CONSEIL D'ETAT
LEGISLATION
27 -03- 2019
RAAD VAN STATE
WETGEVING

ROYAUME DE BELGIQUE

KONINKRIJK BELGIE

SERVICE PUBLIC FEDERAL ECONOMIE, P.M.E., CLASSES MOYENNES ET ENERGIE

Arrêté royal rendant obligatoire le Livre 1 sur les installations électriques à basse tension et à très basse tension, le Livre 2 sur les installations électriques à haute tension et le Livre 3 sur les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique

PHILIPPE, Roi des belges,
A tous, présents et à venir, Salut.

Vu la loi du 10 mars 1925 sur les distributions d'énergie électrique, l'article 21, 1°;

Vu la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, l'article 4, § 1er, modifié par la loi du 10 janvier 2007;

Vu l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Vu l'arrêté royal du 2 septembre 1981 modifiant le Règlement général sur les installations électriques et le rendant obligatoire dans les établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes ainsi que dans ceux visés à l'article 28 du Règlement général pour la protection du travail;

Vu l'arrêté ministériel du 22 mai 1981 déterminant les valeurs de la constante k pour les conducteurs de protection en exécution du point 02 de l'article 70 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport

FEDERALE OVERHEIDSDIENST ECONOMIE, K.M.O., MIDDENSTAND EN ENERGIE

Koninklijk besluit waarbij het Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, het Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en het Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bindend worden verklaard

FILIP, Koning der Belgen,
Aan allen die nu zijn en hierna wezen zullen,
Onze Groet

Gelet op de wet van 10 maart 1925 op de elektriciteitsvoorziening, artikel 21, 1°;

Gelet op de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, artikel 4, § 1, gewijzigd bij de wet van 10 januari 2007;

Gelet op het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

Gelet op het koninklijk besluit van 2 september 1981 houdende wijziging van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties en houdende bindendverklaring ervan op de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het Algemeen Reglement voor de arbeidsbescherming;

Gelet op het ministerieel besluit van 22 mei 1981 tot bepaling van de waarden van de constante k voor de beschermingsgeleiders in uitvoering van punt 02 van artikel 70 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport

et de distribution d'énergie électrique;

en verdeling van elektrische energie, bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 22 mai 1981 déterminant les valeurs de la constante k, pris en exécution de l'article 120 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 22 mei 1981 tot bepaling van de waarden van de constante k, genomen in uitvoering van artikel 120 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 6 juillet 1981 fixant la tension d'essai des canalisations électriques dites à double isolation et déterminant les canalisations électriques de sécurité équivalant à celle de la classe II en exécution des articles 30.03, 30.08, 83-02, 86-10, 90.05, 91.04, 94 et 95 du Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 6 juli 1981 houdende vaststelling van de proefspanning der elektrische leidingen met dubbele isolatie en van de elektrische leidingen met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II, in uitvoering van artikels 30.03, 30.08, 83-02, 86-10, 90.05, 91.04, 94 en 95 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 27 juillet 1981 rendant obligatoires diverses normes, déterminant le courant admissible dans les canalisations électriques et fixant des règles à suivre pour le choix des canalisations électriques en exécution des articles 11, 117 et 198 du Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 27 juli 1981 waarbij verschillende normen bindend worden verklaard, de toelaatbare stroom in de elektrische leidingen wordt bepaald en de te volgen regels voor de keuze van de elektrische leidingen worden vastgesteld in uitvoering van de artikelen 11, 117 en 198 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 27 juillet 1981 définissant le dossier des installations électriques domestiques, pris en exécution de l'article 269 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 27 juli 1981 tot bepaling van het dossier van huishoudelijke elektrische installaties, genomen in uitvoering van artikel 269 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

Vu l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981

Gelet op het ministerieel besluit van 6

relatif à la prise de terre, pris en exécution de l'article 69 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

oktober 1981 betreffende de aardelektrode, genomen in uitvoering van artikel 69 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

Vu l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981 relatif aux dispositifs de protection à courant différentiel, en exécution des articles 11, 85 et 251 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 6 oktober 1981 inzake de automatische differentieelschakelaars, in uitvoering van artikels 11, 85 en 251 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

Vu l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981 définissant le procès-verbal de visite des installations électriques domestiques en basse tension, pris en exécution de l'article 273 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 6 oktober 1981 tot bepaling van het proces-verbaal van het onderzoek van elektrische laagspanningsinstallaties, genomen in uitvoering van artikel 273 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

Vu l'arrêté ministériel du 17 novembre 1981 pris en exécution de l'article 154-04, 2e alinéa, de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 17 november 1981 genomen in uitvoering van artikel 154-04, 2e lid, van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 17 novembre 1981 pris en exécution de l'article 170.02.a de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 17 november 1981 genomen in uitvoering van artikel 170.02.a van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 2 juillet 1984 sur l'installation de panneaux chauffants, pris en exécution de l'article 217 de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 2 juli 1984 betreffende de installatie van elektrische verwarmingspanelen, genomen in uitvoering van artikel 217 van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 2 juillet 1984 sur l'installation de canalisations électriques chauffants, pris en exécution de l'article 217 de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 2 juli 1984 betreffende de installatie van elektrische verwarmingsleidingen, genomen in uitvoering van artikel 217 van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

Vu l'arrêté ministériel du 7 mai 1987 limitant les valeurs du champ électrique généré par les installations électriques de transport et de distribution d'énergie électrique, et rendant obligatoires des mises à la terre d'objets métalliques isolés, en exécution de l'article 139 du Règlement général sur les installations électriques, pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 7 mei 1987 tot bepaling van de grenswaarden van het elektrisch veld voortgebracht door de elektrische installaties voor transport en verdeling van elektrische energie en tot het verplichten van aarding van geïsoleerde metalen voorwerpen, in uitvoering van artikel 139 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend verklaard bij koninklijk besluit van 10 maart 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 14 février 1990 déterminant d'autres valeurs du coefficient aérodynamique pour les câbles clos en Z, pris en exécution de l'article 155.04.e.1 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 14 februari 1990 houdende vaststelling van andere waarden van de aërodynamische coëfficiënt voor Z-vormige gesloten kabels, genomen in uitvoering van artikel 155.04.e.1 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 29 juillet 1991 portant dérogation générale aux prescriptions de l'article 243 – appareils de chauffage – du Règlement général sur les installations électriques;

Gelet op het ministerieel besluit van 29 juli 1991 houdende algemene afwijking van de voorschriften van artikel 243 – verwarmingstoestellen – van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties;

Vu l'arrêté ministériel du 25 novembre 1991 relatif aux travaux de nettoyage sous tension de certaines installations électriques à haute tension et pris en exécution de

Gelet op het ministerieel besluit van 25 november 1991 aangaande reinigingswerkzaamheden onder spanning van bepaalde elektrische

l'article 266 du Règlement général sur les installations électriques rendu obligatoire par les arrêtés royaux des 10 mars 1981 et 2 septembre 1981;

hoogspanningsinstallaties en genomen in uitvoering van artikel 266 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties verplicht gemaakt bij de koninklijke besluiten van 10 maart 1981 en 2 september 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 25 novembre 1991 pris en exécution de l'article 235 du Règlement général sur les installations électriques rendu obligatoire par les arrêtés royaux des 10 mars 1981 et 2 septembre 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 25 november 1991 genomen in uitvoering van artikel 235 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties bindend verklaard bij de koninklijke besluiten van 10 maart 1981 en 2 september 1981;

Vu l'arrêté ministériel du 13 novembre 1992 fixant les conditions d'interchangeabilité des fusibles 6 A et petits disjoncteurs 10 A à broches, pris en exécution de l'article 278.04 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 modifié par l'arrêté royal du 1er juillet 1992;

Gelet op het ministerieel besluit van 13 november 1992 tot vaststelling van de niet-verwisselbaarheid van smeltveiligheden 6 A en kleine automatische schakelaars 10 A met pennen, in toepassing van artikel 278.04 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981 en gewijzigd bij koninklijk besluit van 1 juli 1992;

Vu l'arrêté ministériel du 4 décembre 2006 définissant le procès-verbal de visite de contrôle des installations électriques domestiques en basse tension, pris en exécution de l'article 273 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement général pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

Gelet op het ministerieel besluit van 4 december 2006 tot bepaling van het proces-verbaal van het controlebezoek van huishoudelijke elektrische laagspanningsinstallaties, genomen in uitvoering van artikel 273 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

Vu l'arrêté ministériel du 20 juillet 2017 déterminant les dispositifs à consoles de pylône isolantes comme dispositifs de sécurité accrue équivalents, pris en exécution de l'article 156.2.b.4 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981;

Gelet op het ministerieel besluit van 20 juli 2017 tot aanduiding van inrichtingen met isolerende mastarmen als gelijkaardige verhoogde veiligheidsinrichtingen, genomen in uitvoering van artikel 156.2.b.4. van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981;

Vu l'avis du Comité permanent de l'Electricité, donné le 31 octobre 2018, en application de l'article 22, alinéa 5, de la loi du 10 mars 1925 sur les distributions d'énergie électrique, modifié par la loi du 8 mai 2014;

Gelet op het advies van het Vast Elektrotechnisch Comité, gegeven op 31 oktober 2018, in toepassing van artikel 22, vijfde lid, van de wet van 10 maart 1925 op de elektriciteitsvoorziening, gewijzigd bij de wet van 8 mei 2014;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la Sécurité contre l'Incendie et l'Explosion, donné le 24

Gelet op het advies van de Hoge Raad voor de Beveiliging tegen Brand en Ontploffing,

mai 2018, en application de l'article 6, § 1er, alinéa 2, b), de la loi du 30 juillet 1979 relative à la prévention des incendies et des explosions ainsi qu'à l'assurance obligatoire de la responsabilité civile dans ces mêmes circonstances;

gegeven op 24 mei 2018, in toepassing van artikel 6, § 1, tweede lid, b), van de wet van 30 juli 1979 betreffende de preventie van brand en ontploffing en betreffende de verplichte verzekering van de burgerrechtelijke aansprakelijkheid in dergelijke gevallen;

Vu l'avis du Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au Travail, donné le xx xx xxxx, en application de l'article 95, alinéa 1er, de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail;

Gelet op het advies van de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het Werk, gegeven op xx xx xxxx, in toepassing van artikel 95, eerste lid, van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;

Vu la communication à la Commission européenne, le 12 juillet 2018 et le 6 août 2018, en application de la Directive 2015/1535/UE du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information;

Gelet op de mededeling aan de Europese Commissie, gedaan op 12 juli 2018 en 6 augustus 2018, in toepassing van de Richtlijn 2015/1535/EG van het Europees Parlement en de Raad van 9 september 2015 betreffende een informatieprocedure op het gebied van normen en technische voorschriften en regels betreffende de diensten van de informatiemaatschappij;

Vu l'avis xxxx du Conseil d'Etat, donné le xx xx xxxx, en application de l'article 84, § 1er, alinéa 1er, 2°, des lois sur le Conseil d'Etat, coordonnées le 12 janvier 1973;

Gelet op advies xxxx van de Raad van State, gegeven op xx xx xxxx, met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2°, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Sur la proposition du Ministre de l'Emploi et de la Ministre de l'Energie,

Op de voordracht van de Minister van Werk en de Minister van Energie,

NOUS AVONS ARRÊTÉ ET ARRÊTONS:

HEBBEN WIJ BESLOTEN EN BESLUITEN WIJ:

Article 1er. Pour l'application du présent arrêté, il faut entendre par:

Artikel 1. Voor de toepassing van dit besluit, wordt verstaan onder:

1° « Livre 1 »: dispositions formant le Livre 1 figurant à l'annexe 1 au présent arrêté, concernant les installations électriques à basse tension et à très basse tension (tension alternative ≤ 1000 V et tension continue lisse et non-lisse ≤ 1500 V);

1° « Boek 1 »: bepalingen tot vorming van het Boek 1 opgenomen in de bijlage 1 bij dit besluit, betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning (wisselspanning ≤ 1000 V en gelijkspanning met en zonder rimpel ≤ 1500 V);

2° « Livre 2 »: dispositions formant le Livre 2 figurant à l'annexe 2 au présent arrêté, concernant les installations électriques à haute tension (tension alternative > 1000 V et tension continue lisse et non-lisse > 1500 V);

2° « Boek 2 »: bepalingen tot vorming van het Boek 2 opgenomen in de bijlage 2 bij dit besluit, betreffende de elektrische installaties op hoogspanning (wisselspanning > 1000 V en gelijkspanning met en zonder rimpel > 1500 V);

3° « Livre 3 »: dispositions formant le Livre 3 figurant à l'annexe 3 au présent arrêté, concernant les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique;

3° « Boek 3 »: bepalingen tot vorming van het Boek 3 opgenomen in de bijlage 3 bij dit besluit, betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie;

4° « installation électrique »: installation électrique servant à la production, à la transformation, au transport, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique, pour autant que la fréquence nominale du courant ne dépasse pas 10.000 Hz.

4° « elektrische installatie »: elektrische installatie bestemd voor productie, omvorming, transmissie, distributie of gebruik van elektrische energie, voor zover dat de nominale frequentie van de stroom niet groter is dan 10.000 Hz.

Art. 2. Sont approuvées, pour les installations électriques à basse et à très basse tension dont la réalisation, modification ou extension est entamée après l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 1, à l'exception de la partie 8.

Art. 2. Worden goedgekeurd voor de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding wordt aangevangen na de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 1, met uitzondering van deel 8.

Art. 3. Sont approuvées, pour les installations électriques à basse tension et à très basse tension existantes, dont la réalisation, modification ou extension est entamée avant l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 1.

Art. 3. Worden goedgekeurd voor de bestaande elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding werd aangevangen vóór de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 1.

Art. 4. Sont approuvées, pour les installations électriques à haute tension dont la réalisation, modification ou extension est entamée après l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 2, à l'exception de la partie 8.

Art. 4. Worden goedgekeurd voor de elektrische installaties op hoogspanning waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding wordt aangevangen na de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 2, met uitzondering van deel 8.

Art. 5. Sont approuvées, pour les installations électriques à haute tension existantes, dont la réalisation, modification ou extension est entamée avant l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 2.

Art. 5. Worden goedgekeurd voor de bestaande elektrische installaties op hoogspanning waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding werd aangevangen vóór de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 2.

Art. 6. Sont approuvées, pour les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique dont la réalisation, modification ou extension est entamée après l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 3, à l'exception de la partie 8.

Art. 6. Worden goedgekeurd voor de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding wordt aangevangen na de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 3, met uitzondering van deel 8.

Art. 7. Sont approuvées, pour les installations de transport et de distribution de

Art. 7. Worden goedgekeurd voor de bestaande installaties voor transmissie en

l'énergie électrique existantes, dont la réalisation, modification ou extension est entamée avant l'entrée en vigueur du présent arrêté, les parties 1 à 9 du Livre 3.

Art. 8. Sont approuvées, pour les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande intégrés dans les installations électriques des Livres 1 et 3 dont la réalisation, modification ou extension est entamée après le 4 septembre 2013, les mesures préventives contre l'incendie des parties 4 et 5 des Livres 1 et 3.

Art. 9. Le ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut accorder des dérogations aux dispositions approuvées concernant:

1° les installations à basse tension et à très basse tension domestiques visées dans le Livre 1;

2° les installations à basse tension et à très basse tension non-domestiques visées dans le Livre 1, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail;

3° les installations à haute tension visées dans le Livre 2, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail;

4° les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique visées dans le Livre 3, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août

distributie van elektrische energie waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding werd aangevangen vóór de inwerkingtreding van dit besluit, de delen 1 tot 9 van het Boek 3.

Art. 8. Worden goedgekeurd voor de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening, die in de elektrische installaties van de Boeken 1 en 3 geïntegreerd worden en waarvan de uitvoering, wijziging of uitbreiding werd aangevangen na 4 september 2013, de voorzorgsmaatregelen tegen brand van de delen 4 en 5 van de Boeken 1 en 3.

Art. 9. De minister bevoegd voor Energie, mag afwijkingen van de goedgekeurde bepalingen toestaan betreffende:

1° de huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;

2° de niet-huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;

3° de installaties op hoogspanning bedoeld in het Boek 2, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;

4° de elektrische installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bedoeld in het Boek 3, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4

1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail.

augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.

Ces dérogations ne peuvent être accordées que dans les cas suivants:

Deze afwijkingen kunnen alleen worden toegestaan in de volgende gevallen:

1° lorsqu'il est fait usage d'aménagements ou de dispositifs spéciaux de nature à assurer une sécurité au moins équivalente à celle résultant des prescriptions réglementaires;

1° wanneer gebruik gemaakt wordt van regelingen of van speciale inrichtingen die een veiligheid kunnen verzekeren welke ten minste gelijkwaardig is aan die welke het resultaat is van de toepassing van de reglementaire voorschriften;

2° dans des circonstances exceptionnelles et imprévisibles.

2° in uitzonderlijke en onvoorziene omstandigheden.

Avant d'adopter un arrêté en application des alinéas 1er et 2, le Ministre consulte le Comité permanent de l'Electricité et fixe un délai de trois mois dans lequel l'avis doit être donné. Passé ce délai, l'avis n'est plus requis.

Voor het aannemen van een besluit in toepassing van het eerste en tweede lid, raadpleegt de Minister het Vast Elektrotechnisch Comité en hij bepaalt een termijn van drie maand waarbinnen het advies moet worden gegeven. Eenmaal deze termijn is verstreken, is het advies niet meer vereist.

Les dérogations font l'objet d'un arrêté motivé et sont accordées sur rapport du fonctionnaire compétent relevant de l'autorité du Ministre et moyennant l'observation de toutes conditions spéciales qui seront jugées nécessaires.

De afwijkingen maken het voorwerp uit van een met redenen omkleed besluit en worden toegestaan op verslag van de bevoegde ambtenaar, afhangende van het gezag van de Minister en mits het inachtneming van alle bijzondere voorwaarden die noodzakelijk zullen worden geacht.

Le Ministre peut déléguer le pouvoir pour l'octroi d'une dérogation à des fonctionnaires relevant de son autorité et qu'il désigne à cet effet.

De Minister mag de bevoegdheid voor het verlenen van een afwijking overdragen op ambtenaren, afhangende van zijn gezag en die hij met het oog hierop aanduidt.

Art. 10. Le ministre ayant l'Energie dans ses attributions et le ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions peuvent, pour les installations non visées à l'article 9, chacun en ce qui le concerne, accorder des dérogations aux prescriptions des Livres 1, 2 et 3.

Art. 10. De minister bevoegd voor Energie en de minister bevoegd voor het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, mogen ieder wat hem betreft, voor de installaties die niet beoogd worden bij artikel 9, afwijkingen van de bepalingen van de Boeken 1, 2 en 3 toestaan.

Ces dérogations ne peuvent être accordées que dans les cas suivants:

Deze afwijkingen kunnen alleen worden toegestaan in de volgende gevallen:

1° lorsqu'il est fait usage d'aménagements ou de dispositifs spéciaux de nature à assurer une sécurité au moins équivalente à celle résultant des prescriptions

1° wanneer gebruik gemaakt wordt van regelingen of van speciale inrichtingen die een veiligheid kunnen verzekeren welke ten minste gelijkwaardig is aan die welke het

réglementaires;

2° dans des circonstances exceptionnelles et imprévisibles.

Avant d'adopter un arrêté en application des alinéas 1er et 2, le Ministre consulte le Comité permanent de l'Electricité et fixe un délai de trois mois dans lequel l'avis doit être donné. Passé ce délai, l'avis n'est plus requis.

Les dérogations font l'objet d'un arrêté motivé et sont accordées sur rapport du fonctionnaire compétent relevant de l'autorité du Ministre intéressé et moyennant l'observation de toutes conditions spéciales qui seront jugées nécessaires.

Les Ministres peuvent déléguer le pouvoir pour l'octroi d'une dérogation à des fonctionnaires relevant de leur autorité et qu'ils désignent à cet effet.

Art. 11. Le Comité permanent de l'Electricité est consulté pour toute modification aux Livres 1, 2 et 3 concernant:

1° les installations à basse tension et à très basse tension domestiques visées dans le Livre 1;

2° les installations à basse tension et à très basse tension non-domestiques visées dans le Livre 1, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail;

3° les installations à haute tension visées dans le Livre 2, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements

resultaat is van de toepassing van de reglementaire voorschriften;

2° in uitzonderlijke en onvoorziene omstandigheden.

Voor het aannemen van een besluit in toepassing van het eerste en tweede lid, raadpleegt de Minister het Vast Elektrotechnisch Comité en hij bepaalt een termijn van drie maand waarbinnen het advies moet worden gegeven. Eenmaal deze termijn is verstreken, is het advies niet meer vereist.

De afwijkingen maken het voorwerp uit van een met redenen omkleed besluit en worden toegestaan op verslag van de bevoegde ambtenaar, afhangende van het gezag van de belanghebbende Minister en mits het inachtneming van alle bijzondere voorwaarden die noodzakelijk zullen worden geacht.

De Ministers mogen de bevoegdheid voor het verlenen van een afwijking overdragen op ambtenaren, afhangende van hun gezag en die zij met het oog hierop aanduiden.

Art. 11. Het Vast Elektrotechnisch Comité wordt geraadpleegd voor elke wijziging van de Boeken 1, 2 en 3 betreffende:

1° de huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;

2° de niet-huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;

3° de installaties op hoogspanning bedoeld in het Boek 2, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die

occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail;

personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk;

4° les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique visées dans le Livre 3, autres que celles se trouvant soit dans des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes soit dans des établissements occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail.

4° de elektrische installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bedoeld in het Boek 3, andere dan deze die zich bevinden hetzij in de als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk geklasseerde inrichtingen hetzij in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.

L'avis est donné dans un délai de six mois. Sur demande motivée, ce délai peut être limité à deux mois. Passé ces délais, l'avis n'est plus requis.

Het advies wordt gegeven binnen een termijn van zes maand. Op gemotiveerde aanvraag kan de termijn tot twee maanden beperkt worden. Eenmaal deze termijnen zijn verstreken, is het advies niet meer vereist.

Art. 12. Toute modification aux Livres 1, 2 et 3 concernant les installations non-visées à l'article 11 ne peut être faite qu'après consultation du Comité permanent de l'Electricité et du Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au Travail.

Art. 12. Elke wijziging van de Boeken 1, 2 en 3 betreffende de installaties die niet beoogd worden bij artikel 11, kan slechts gebeuren na raadpleging van het Vast Elektrotechnisch Comité en van de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het Werk.

L'avis du Comité permanant de l'Electricité est donné dans un délai de six mois. En cas d'urgence, ce délai peut être limité à deux mois. Passé ces délais, l'avis n'est plus requis.

Het advies van het Vast Elektrotechnisch Comité wordt gegeven binnen een termijn van zes maand. In spoedeisende gevallen kan de termijn tot twee maanden beperkt worden. Eenmaal deze termijnen zijn verstreken, is het advies niet meer vereist.

Art. 13. Les fonctionnaires et agents de l'administration, qui a dans ses attributions le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail sont chargés de surveiller l'application du présent arrêté et des Livres 1, 2 et 3 sur les installations électriques dans les établissements dangereux, insalubres ou incommodes et dans ceux occupant du personnel conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail.

Art. 13. De ambtenaren en beambten van de administratie die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder haar bevoegdheid heeft, zijn belast met het toezicht op de toepassing van dit besluit en van de Boeken 1, 2 en 3 op de elektrische installaties in de gevaarlijke, ongezonde en hinderlijke inrichtingen, en in de inrichtingen die personeel tewerkstellen overeenkomstig de bepalingen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk.

Les attributions indiquées ci-dessus des

De hierboven aangeduide bevoegdheid van

fonctionnaires et agents de l'administration précitée s'étendent aux lignes et canalisations électriques qui se trouvent dans les établissements qu'ils surveillent, sauf en ce qui concerne les lignes et les canalisations électriques des Chemins de fer belges situées à l'extérieur des bâtiments de cette société.

Art. 14. Les fonctionnaires et agents dûment mandatés de la Direction générale de l'Energie ont en tout temps accès aux installations électriques de production ou de transformation de l'énergie électrique. Ils sont chargés de surveiller l'application du présent arrêté et des Livres 1, 2 et 3 en ce qui concerne les lignes et installations qui ne rentrent pas dans les attributions des fonctionnaires et agents visés à l'article 13.

Art. 15. Sans préjudice des attributions des officiers de police judiciaire, les fonctionnaires et agents visés aux articles 13 et 14 sont compétents pour constater les infractions au présent arrêté et aux Livres 1, 2 et 3.

Art. 16. Les infractions aux dispositions du présent arrêté ou des Livres 1, 2 et 3 prises en exécution de la loi du 10 mars 1925 sur les distributions d'énergie électrique, sont punies conformément aux dispositions de cette loi.

Les infractions aux dispositions du présent arrêté ou des Livres 1, 2 et 3 prises en exécution de la loi du 4 août 1996 concernant le bien-être au travail, sont punies conformément aux dispositions de cette loi.

Art. 17. Sont abrogés:

1° l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par les arrêtés royaux du 2 septembre 1981, du 13 septembre 1983, du 29 mai 1985, du 7 avril 1986, du 2 juillet 1986, du 20 juillet 1987, du 28 juillet 1987, du 6 septembre 1988, du 17 août 1989, du 16 janvier 1990, du 24 janvier 1991, du 4

de ambtenaren en beambten van de voormelde administratie strekt zich uit tot de elektrische lijnen en leidingen die zich bevinden in de inrichtingen waarop zij toezicht hebben, behalve wat de elektrische lijnen en leidingen van de Belgische Spoorwegen betreft welke gelegen zijn buiten de gebouwen van deze maatschappij.

Art. 14. De behoorlijk gemandateerde ambtenaren en beambten van de Algemene Directie Energie hebben te allen tijde toegang tot de elektrische installaties voor de voortbrenging of omvorming van de elektrische energie. Zij zijn belast met het toezicht op de toepassing van dit besluit en van de Boeken 1, 2 en 3 wat betreft de lijnen en installaties die niet onder de bevoegdheid vallen van de in artikel 13 bedoelde ambtenaren en beambten.

Art. 15. Onverminderd de bevoegdheid van de officieren van gerechtelijke politie zijn de in de artikelen 13 en 14 vermelde ambtenaren en beambten bevoegd voor het vaststellen van de inbreuken op dit besluit en op de Boeken 1, 2 en 3.

Art. 16. Inbreuken op de bepalingen van dit besluit of van de Boeken 1, 2 en 3 welke een uitvoering zijn van de wet van 10 maart 1925 op de elektriciteitsvoorziening, worden gestraft overeenkomstig de bepalingen van deze wet.

Inbreuken op de bepalingen van dit besluit of van de Boeken 1, 2 en 3 welke een uitvoering zijn van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn op het werk, worden gestraft overeenkomstig de bepalingen van deze wet.

Art. 17. Opgeheven worden:

1° het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard, gewijzigd bij de koninklijke besluiten van 2 september 1981, 13 september 1983, 29 mei 1985, 7 april 1986, 2 juli 1986, 20 juli 1987, 28 juli 1987, 6 september 1988, 17 augustus 1989, 16 januari 1990, 24 januari 1991, 4 juni

juin 1991, du 20 juin 1991, du 20 juin 1991, du 21 juin 1991, du 17 juillet 1991, du 17 juillet 1991, du 15 novembre 1991, du 1er juillet 1992, du 30 mars 1993, du 25 juin 1993, du 22 décembre 1994, du 22 décembre 1994, du 22 décembre 1994, du 22 décembre 1994, du 22 décembre 1994, du 18 janvier 1995, du 8 septembre 1997, du 25 novembre 1998, du 7 mai 2000, du 7 mai 2000, du 7 mai 2000, du 7 mai 2000, du 24 mars 2003, du 2 juillet 2003, du 28 janvier 2004, du 28 janvier 2004, du 28 janvier 2004, du 30 janvier 2004, du 10 février 2004, du 5 mars 2004, du 25 avril 2004, du 25 avril 2004, du 25 avril 2004, du 25 avril 2004, du 24 février 2005, du 10 août 2005, du 1er avril 2006, du 3 décembre 2006, du 3 décembre 2006, du 21 décembre 2006, du 7 juin 2007, du 4 juin 2008, du 25 juin 2008 et du 25 avril 2013;

1991, 20 juni 1991, 20 juni 1991, 21 juni 1991, 17 juli 1991, 17 juli 1991, 15 november 1991, 1 juli 1992, 30 maart 1993, 25 juni 1993, 22 december 1994, 22 december 1994, 22 december 1994, 22 december 1994, 22 december 1994, 18 januari 1995, 8 september 1997, 25 november 1998, 7 mei 2000, 7 mei 2000, 7 mei 2000, 7 mei 2000, 24 maart 2003, 2 juli 2003, 28 januari 2004, 28 januari 2004, 28 januari 2004, 30 januari 2004, 10 februari 2004, 5 maart 2004, 25 april 2004, 25 april 2004, 25 april 2004, 25 april 2004, 24 februari 2005, 10 augustus 2005, 1 april 2006, 3 december 2006, 3 december 2006, 21 december 2006, 7 juni 2007, 4 juni 2008, 25 juni 2008 en 25 april 2013;

2° l'arrêté royal du 2 septembre 1981 modifiant le Règlement général sur les installations électriques et le rendant obligatoire dans les établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes ainsi que dans ceux visés à l'article 28 du Règlement général pour la protection du travail;

2° het koninklijk besluit van 2 september 1981 houdende wijziging van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties en houdende bindendverklaring ervan op de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het Algemeen Reglement voor de arbeidsbescherming;

3° l'arrêté ministériel du 22 mai 1981 déterminant les valeurs de la constante k pour les conducteurs de protection en exécution du point 02 de l'article 70 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

3° het ministerieel besluit van 22 mei 1981 tot bepaling van de waarden van de constante k voor de beschermingsgeleiders in uitvoering van punt 02 van artikel 70 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, bindend wordt verklaard;

4° l'arrêté ministériel du 22 mai 1981 déterminant les valeurs de la constante k, pris en exécution de l'article 120 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par l'arrêté ministériel du 5 août 1981;

4° het ministerieel besluit van 22 mei 1981 tot bepaling van de waarden van de constante k, genomen in uitvoering van artikel 120 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, bindend wordt verklaard, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 5 augustus 1981;

5° l'arrêté ministériel du 6 juillet 1981 fixant la tension d'essai des canalisations électriques dites à double isolation et déterminant les canalisations électriques de sécurité équivalant à celle de la classe II en exécution des articles 30.03, 30.08, 83-02, 86-10, 90.05, 91.04, 94 et 95 du Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981, modifié par l'arrêté ministériel du 16 septembre 1986;

5° het ministerieel besluit van 6 juli 1981 houdende vaststelling van de proefspanning der elektrische leidingen met dubbele isolatie en van de elektrische leidingen met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II, in uitvoering van artikels 30.03, 30.08, 83-02, 86-10, 90.05, 91.04, 94 en 95 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 16 september 1986;

6° l'arrêté ministériel du 27 juillet 1981 rendant obligatoires diverses normes, déterminant le courant admissible dans les canalisations électriques et fixant des règles à suivre pour le choix des canalisations électriques en exécution des articles 11, 117 et 198 du Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981, modifié par les arrêtés ministériels du 4 juillet 1983, du 16 septembre 1986, du 26 août 1991, du 16 mars 1993 et du 20 décembre 1994;

6° het ministerieel besluit van 27 juli 1981 waarbij verschillende normen bindend worden verklaard, de toelaatbare stroom in de elektrische leidingen wordt bepaald en de te volgen regels voor de keuze van de elektrische leidingen worden vastgesteld in uitvoering van de artikelen 11, 117 en 198 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 4 juli 1983, 16 september 1986, 26 augustus 1991, 16 maart 1993 en 20 december 1994;

7° l'arrêté ministériel du 27 juillet 1981 définissant le dossier des installations électriques domestiques, pris en exécution de l'article 269 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par les arrêtés ministériels du 6 octobre 1981 et du 12 juin 1991;

7° het ministerieel besluit van 27 juli 1981 tot bepaling van het dossier van huishoudelijke elektrische installaties, genomen in uitvoering van artikel 269 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 6 oktober 1981 en 12 juni 1991;

8° l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981 relatif à la prise de terre, pris en exécution de l'article 69 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique,

8° het ministerieel besluit van 6 oktober 1981 betreffende de aardelektrode, genomen in uitvoering van artikel 69 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties

modifié par les arrêtés ministériels du 14 décembre 1981, du 29 juin 1982, du 23 décembre 1982 et du 20 décembre 1994;

en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 14 december 1981, 29 juni 1982, 23 december 1982 en 20 december 1994;

9° l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981 relatif aux dispositifs de protection à courant différentiel, en exécution des articles 11, 85 et 251 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par l'arrêté ministériel du 28 décembre 1987;

9° het ministerieel besluit van 6 oktober 1981 inzake de automatische differentieelschakelaars, in uitvoering van artikels 11, 85 en 251 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 28 december 1987;

10° l'arrêté ministériel du 6 octobre 1981 définissant le procès-verbal de visite des installations électriques domestiques en basse tension, pris en exécution de l'article 273 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par les arrêtés ministériels du 2 septembre 1991 et du 24 juin 1992;

10° het ministerieel besluit van 6 oktober 1981 tot bepaling van het proces-verbaal van het onderzoek van elektrische laagspanningsinstallaties, genomen in uitvoering van artikel 273 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 2 september 1991 en 24 juni 1992;

11° l'arrêté ministériel du 17 novembre 1981 pris en exécution de l'article 154-04, 2e alinéa, de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par les arrêtés ministériels du 11 juin 1991 et du 24 juin 1992;

11° het ministerieel besluit van 17 november 1981 genomen in uitvoering van artikel 154-04, 2e lid, van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 11 juni 1991 en 24 juni 1992;

12° l'arrêté ministériel du 17 novembre 1981 pris en exécution de l'article 170.02.a de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

12° het ministerieel besluit van 17 november 1981 genomen in uitvoering van artikel 170.02.a van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard;

13° l'arrêté ministériel du 2 juillet 1984 sur l'installation de panneaux chauffants, pris en exécution de l'article 217 de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par l'arrêté ministériel du 15 octobre 1985;

13° het ministerieel besluit van 2 juli 1984 betreffende de installatie van elektrische verwarmingspanelen, genomen in uitvoering van artikel 217 van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 15 oktober 1985;

14° l'arrêté ministériel du 2 juillet 1984 sur l'installation de canalisations électriques chauffants, pris en exécution de l'article 217 de l'annexe à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, modifié par l'arrêté ministériel du 15 octobre 1985;

14° het ministerieel besluit van 2 juli 1984 betreffende de installatie van elektrische verwarmingsleidingen, genomen in uitvoering van artikel 217 van de bijlage bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend wordt verklaard, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 15 oktober 1985;

15° l'arrêté ministériel du 7 mai 1987 limitant les valeurs du champ électrique généré par les installations électriques de transport et de distribution d'énergie électrique, et rendant obligatoires des mises à la terre d'objets métalliques isolés, en exécution de l'article 139 du Règlement Général sur les installations électriques, pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981, modifié par l'arrêté ministériel du 20 avril 1988;

15° het ministerieel besluit van 7 mei 1987 tot bepaling van de grenswaarden van het elektrisch veld voortgebracht door de elektrische installaties voor transport en verdeling van elektrische energie en tot het verplichten van aarding van geïsoleerde metalen voorwerpen, in uitvoering van artikel 139 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie bindend verklaard bij koninklijk besluit van 10 maart 1981, gewijzigd bij het ministerieel besluit van 20 april 1988;

16° l'arrêté ministériel du 14 février 1990 déterminant d'autres valeurs du coefficient aérodynamique pour les câbles clos en Z, pris en exécution de l'article 155.04.e.1 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981, modifié par les arrêtés ministériels du 11 juin 1991 et du 24 juin 1992;

16° het ministerieel besluit van 14 februari 1990 houdende vaststelling van andere waarden van de aërodynamische coëfficiënt voor Z-vormige gesloten kabels, genomen in uitvoering van artikel 155.04.e.1 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981, gewijzigd bij de ministeriële besluiten van 11 juni 1991 en 24 juni 1992;

17° l'arrêté ministériel du 29 juillet 1991 portant dérogation générale aux prescriptions de l'article 243 – appareils de chauffage – du Règlement général sur les

17° het ministerieel besluit van 29 juli 1991 houdende algemene afwijking van de voorschriften van artikel 243 – verwarmingstoestellen – van het Algemeen

les installations électriques;

18° l'arrêté ministériel du 25 novembre 1991 relatif aux travaux de nettoyage sous tension de certaines installations électriques à haute tension et pris en exécution de l'article 266 du Règlement général sur les installations électriques rendu obligatoire par les arrêtés royaux des 10 mars 1981 et 2 septembre 1981;

19° l'arrêté ministériel du 25 novembre 1991 pris en exécution de l'article 235 du Règlement général sur les installations électriques rendu obligatoire par les arrêtés royaux des 10 mars 1981 et 2 septembre 1981;

20° l'arrêté ministériel du 13 novembre 1992 fixant les conditions d'interchangeabilité des fusibles 6 A et petits disjoncteurs 10 A à broches, pris en exécution de l'article 278.04 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 modifié par l'arrêté royal du 1er juillet 1992;

21° l'arrêté ministériel du 4 décembre 2006 définissant le procès-verbal de visite de contrôle des installations électriques domestiques en basse tension, pris en exécution de l'article 273 du Règlement général sur les installations électriques approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire ledit Règlement général pour les installations domestiques et certaines lignes de transport et de distribution d'énergie électrique;

22° l'arrêté ministériel du 20 juillet 2017 déterminant les dispositifs à consoles de pylône isolantes comme dispositifs de sécurité accrue équivalents, pris en exécution de l'article 156.2.b.4 du Règlement général sur les installations électriques, approuvé par l'arrêté royal du 10 mars 1981.

Art. 18. Les références faites à l'arrêté royal du 10 mars 1981 rendant obligatoire le Règlement général sur les installations électriques pour les installations domestiques et certaines lignes de transport

Reglement op de elektrische installaties;

18° het ministerieel besluit van 25 november 1991 aangaande reinigingswerkzaamheden onder spanning van bepaalde elektrische hoogspanningsinstallaties en genomen in uitvoering van artikel 266 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties verplicht gemaakt bij de koninklijke besluiten van 10 maart 1981 en 2 september 1981;

19° het ministerieel besluit van 25 november 1991 genomen in uitvoering van artikel 235 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties bindend verklaard bij de koninklijke besluiten van 10 maart 1981 en 2 september 1981;

20° het ministerieel besluit van 13 november 1992 tot vaststelling van de niet-verwisselbaarheid van smeltveiligheden 6 A en kleine automatische schakelaars 10 A met pennen, in toepassing van artikel 278.04 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981 en gewijzigd bij koninklijk besluit van 1 juli 1992;

21° het ministerieel besluit van 4 december 2006 tot bepaling van het proces-verbaal van het controlebezoek van huishoudelijke elektrische laagspanningsinstallaties, genomen in uitvoering van artikel 273 van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties goedgekeurd bij het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij bedoeld Algemeen Reglement bindend wordt verklaard voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie;

22° het ministerieel besluit van 20 juli 2017 tot aanduiding van inrichtingen met isolerende mastarmen als gelijkaardige verhoogde veiligheidsinrichtingen, genomen in uitvoering van artikel 156.2.b.4. van het Algemeen Reglement op de elektrische installaties, goedgekeurd bij koninklijk besluit van 10 maart 1981.

Art. 18. Verwijzingen naar het koninklijk besluit van 10 maart 1981 waarbij het Algemeen Reglement op de elektrische installaties voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling

et de distribution d'énergie électrique s'entendent comme faites aux dispositions applicables du présent arrêté.

Art. 19. Le présent arrêté entre en vigueur le premier jour du huitième mois qui suit celui de sa publication au Moniteur Belge.

Art. 20. Le ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions et le ministre ayant l'Energie dans ses attributions sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Donné à

van elektrische energie bindend wordt verklaard, gelden als verwijzingen naar de toepasselijke bepalingen van dit besluit.

Art. 19. Dit besluit treedt in werking op de eerste dag van de achtste maand na die waarin het is bekendgemaakt in het Belgisch Staatsblad.

Art. 20. De minister bevoegd voor het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk en de minister bevoegd voor Energie zijn, ieder wat hem betreft, belast met de uitvoering van dit besluit.

Gegeven te

Par le Roi :

Le Ministre de l'Emploi,

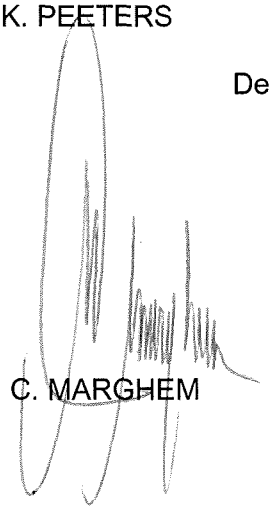
Van Koningswege:

De Minister van Werk,

K. PEETERS

La Ministre de l'Energie,

De Minister van Energie,



M. C. MARGHEM

BIJLAGE 1. BOEK 1. INSTALLATIES OP LAAGSPANNING EN OP ZEER LAGE SPANNING

Wisselspanning ≤ 1000 V

Gelijkspanning (met en zonder rimpel) ≤ 1500 V

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGE 1. BOEK 1. INSTALLATIES OP LAAGSPANNING EN OP ZEER LAGE SPANNING I
Overzicht van de figuren iii
Overzicht van de tabellen vi
Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties 1
Hoofdstuk 1.1. Inleiding 3
Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied 3
Hoofdstuk 1.3. Doel 4
Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes 4
Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties 5
Deel 2. Begrippen en definities 7
Hoofdstuk 2.1. Inleiding 9
Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties 9
Hoofdstuk 2.3. Spanningen 14
Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken 15
Hoofdstuk 2.5. Aardingen 22
Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen 24
Hoofdstuk 2.7. Leidingen 26
Hoofdstuk 2.8. Materieel 29
Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing 30
Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden 31
Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle 36
Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 39
Hoofdstuk 2.13. Grafische symbolen 40
Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties 49
Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden 51
Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren 56
Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit 58
Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties 59
Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties 59
Deel 4. Beschermingsmaatregelen 61
Hoofdstuk 4.1. Inleiding 63
Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken 63
Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden 93
Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom 101
Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning 106
Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen 107
Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel 109
Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel 113
Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen 115
Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht) 139
Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen 160
Hoofdstuk 5.5. Veiligheidsinstallaties 168
Hoofdstuk 5.6. Kritische installaties 176
Deel 6. Controles van installaties 181
Hoofdstuk 6.1. Inleiding 183
Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied 183
Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen 183
Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 187
Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken 191
Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten 195

Hoofdstuk 7.1. Ruimten die een bad of douche bevatten 199
Hoofdstuk 7.2. Zwembaden 208
Hoofdstuk 7.3. Sauna's 213
Hoofdstuk 7.4. Werfinstallaties en buiteninstallaties 215
Hoofdstuk 7.6. Geleidende afgesloten ruimten 217
Hoofdstuk 7.8. Campings 218
Hoofdstuk 7.9. Jachthavens 219
Hoofdstuk 7.11. Foorinstallaties 220
Hoofdstuk 7.100. Fonteinen en andere waterkommen 221
Hoofdstuk 7.101. Voertuigen of aanhangwagens voor wegvervoer tijdens het stationeren 223
Hoofdstuk 7.102. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 224
Hoofdstuk 7.103. Industriële accumulatorbatterijen 233
Hoofdstuk 7.112. Huishoudelijke fotovoltaïsche installaties op laagspanning (≤ 10 kVA) 237
Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties 239
Hoofdstuk 8.1. Inleiding 241
Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande huishoudelijke elektrische installaties 242
Hoofdstuk 8.3. Afwijkende beschikkingen voor bestaande niet-huishoudelijke elektrische installaties 246
Hoofdstuk 8.4. Controlebezoeken van sommige oude elektrische installaties die niet het voorwerp uitgemaakt hebben van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI 248
Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven 253
Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater 255
Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5 258
Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties 258
Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden 267
Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen 268

Overzicht van de figuren

Figuur 2.1. TN-S-systeem 11
Figuur 2.2. TN-C-systeem 11
Figuur 2.3. TN-C-S-systeem 12
Figuur 2.4. TT-systeem 12
Figuur 2.5. IT-systeem 13
Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd 17
Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element 17
Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 18
Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 18
Figuur 2.10. Aardingsinstallatie 22
Figuur 2.11. Plaatsingswijze «holle blok» 27
Figuur 2.12. Plaatsingswijze «kabelkanaal» 28
Figuur 2.13. Plaatsingswijze «kabelrek» 28
Figuur 2.14. Plaatsingswijze «buis» 28
Figuur 2.15. Plaatsingswijze «kabelbaan» 28
Figuur 2.16. Plaatsingswijze «haak» 28
Figuur 2.17. Plaatsingswijze «goot» 29
Figuur 2.18. Plaatsingswijze «lijst» 29
Figuur 2.19. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten» 29
Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kraagstuk» 29
Figuur 2.21. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone 37
Figuur 2.22. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende beschermingrichting 37
Figuur 2.23. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen beschermingrichting 38
Figuur 3.1. Voorbeeld van een eendraadsschema 52
Figuur 3.2. Voorbeeld van een situatieplan 52
Figuur 3.3. TN-C-S-net 57
Figuur 3.4. TT-net 57
Figuur 3.5. IT-net 58
Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1) 80
Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2) 81
Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem 82
Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem 83
Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem 83
Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem 85
Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout) 86
Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's) 87
Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's) 87
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen 117
Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen 117
Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming 117
Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven in een huls 117
Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw 118

Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw 118
Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten 118
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten..... 118
Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken..... 119
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken..... 119
Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 119
Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 119
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers 119
Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen..... 120
Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 120
Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 120
Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen . 120
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 120
Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 120
Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 121
Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen 121
Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen 121
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen 121
Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 121
Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 122
Figuur 5.26. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement 133
Figuur 5.27 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen 133
Figuur 5.28. Schematische doorsnede van een sleuf 134
Figuur 5.29. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden..... 157
Figuur 5.30. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom) 157
Figuur 5.31. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom)..... 158
Figuur 5.32. Principeschema van de gemeenschappelijke aardverbinding (Gevallen bedoeld in punt c.1. 1ste en 2de alinea) 163
Figuur 5.33. Principeschema van de gemeenschappelijke aardverbinding (Geval bedoeld in punt c.1. 3de alinea) 164
Figuur 5.34. Principe van een veiligheidsinstallatie..... 168
Figuur 7.1. Badkuip 200
Figuur 7.2. Badkuip met vaste wand..... 201
Figuur 7.3. Stortbadkuip 201
Figuur 7.4. Stortbadkuip met vaste wand..... 201
Figuur 7.5. Stortbad zonder kuip 202
Figuur 7.6. Stortbad zonder kuip, met vaste wand..... 202
Figuur 7.7. Badkamer: volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2..... 203
Figuur 7.8. Badkamer: volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2 niet .. 203
Figuur 7.9. Badkamer: volume 3 begrenst zich tot het binnengedeelte van de badkamer 203
Figuur 7.10. Badkuip – Vooraanzicht..... 204
Figuur 7.11. Stortbadkuip – Vooraanzicht 204
Figuur 7.12. Afmetingen van de volumes voor zwembaden en voetbaden..... 208
Figuur 7.13. Zwembaden: afmetingen van de volumes voor bovengrondse kommen 209
Figuur 7.14. Zwembaden: voorbeeld van de afmetingen van de volumes met vaste wanden van minstens 2,5 m hoogte (bovenzicht) 209
Figuur 7.15. Verschillende volumes van sauna's – Zijaanzicht 213
Figuur 7.16. Verschillende volumes van sauna's – Bovenaanzicht 213
Figuur 8.1. Aanduiding van een stroombaan met een doorsnede kleiner dan 1,5 mm² 243

Figuur 9.1. Waarschuwingsbord 267
Figuur 9.2. Verbodsbord 268

Overzicht van de tabellen

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom 15
Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom 15
Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L 19
Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ 20
Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden 31
Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) 31
Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden 31
Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD) 31
Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 32
Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF) 32
Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 33
Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 33
Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 33
Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN) 33
Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA) 34
Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB) 34
Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 34
Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) 35
Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 35
Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA) 35
Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB) 36
Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V 38
Tabel 2.23. Grafische symbolen 40
Tabel 4.1. Maximale nominale spanning bij gebruik van ZLVS 65
Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen 68
Tabel 4.3. Maximale nullastspanning van las- of snijtoestellen 71
Tabel 4.4. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding 90
Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit 94
Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 96
Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 97
Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand 97
Tabel 4.9. Maximale toegelaten vertragingstijd van de differentieelstroominrichting 99
Tabel 4.10. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. 100
van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden 100
Tabel 4.11. Kaliber van de beschermingsinrichting in functie van de doorsnede der geleiders 103
Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben 115
Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 139
Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 139
Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in fucntie van de aanwezigheid van water (AD) 139
Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 140
Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA) 141
Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 142
Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 142
Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders 165

Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is 166
Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden 187
Tabel 7.1. Bescherming tegegn onrechtstreekse aanraking: maximumspanning bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning 205
Tabel 7.2. Beschermingsgraad van elektrisch materieel in ruimten die een bad of douche bevatten 205
Tabel 7.3. Rumten die een bad of douche bevatten: combinaties van de uitwendige invloeden AD, BB en BC 206
Tabel 7.4. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking: maximumspanning bij gebruik van ZLVS in de verschillende volumes van zwembaden 210
Tabel 7.5. Minimum beschermingsgraad van elektrisch materieel in de verschillende volumes van zwembaden 210
Tabel 7.6. Zwembaden: combinaties van de uitwendige invloeden AD, BB en BC 210
Tabel 8.1. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) – Minimumdoorsnede en kalibreer-element 242
Tabel 8.2. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) – Minimumdoorsnede en normalisatiebladen 242
Tabel 8.3. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) – Grootte van de houder en doorsnede van de geleiders 243
Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden 257

Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties

HOOFDSTUK 1.1. INLEIDING **3**

HOOFDSTUK 1.2. TOEPASSINGSGEBIED **3**

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden **3**

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen **3**

HOOFDSTUK 1.3. DOEL **4**

HOOFDSTUK 1.4. FUNDAMENTELE PRINCIPES **4**

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties **4**

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning 4

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen 4

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud 4

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel **4**

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel 4

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen 5

HOOFDSTUK 1.5. GRENZEN VAN DE INSTALLATIES **5**

Hoofdstuk 1.1. Inleiding

Het Boek 1 betreft elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning.

Dit Boek is opgedeeld in:
- Deel x.
- Hoofdstuk x.x.
- Afdeling x.x.x.
- Onderafdeling x.x.x.x.

Men verstaat in dit Boek onder:

Boek 2: boek over *de installaties op hoogspanning*.

Boek 3: boek over *de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie*.

Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden

De voorschriften van dit Boek gelden:
- voor alle elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning bestemd voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie voor zover de nominale frequentie van de stroom niet groter is dan 10.000 Hz;
- voor kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening (met uitzondering van de inwendige stroombanen van elektrische machines en toestellen) in het geval van de voorzorgsmaatregelen tegen brand zoals vermeld in *afdelingen 4.3.3.*, *5.2.7.* en *5.5.6.;*
- voor de keuze en de plaatsing van de vaste toestellen van de installaties voor informatica, van de installaties voor gegevensverwerking, van de installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging, en dit voor wat betreft de uitwendige invloeden bedoeld in *hoofdstuk 2.10.*

De gebruikstoestellen op hoogspanning die door een laagspanningsnet gevoed worden en waarvan het vermogen van het hoogspanningsgedeelte 500 VA niet overtreft, worden beschouwd als behorende tot de laagspanningsinstallatie zodat de bepalingen die voor de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning gelden ook op hen van toepassing zijn. Voor de ontladingslampen van lichtgevende uithangborden wordt de limiet van 500 VA echter verlaagd tot 200 VA.

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen

De voorschriften van dit Boek gelden niet:
- voor installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerders, en hun hulpinstallaties (verlichting, verwarming…), met inbegrip van de aansluitingen op dit net en de bijhorende meetinstallaties;
- voor vaste installaties eigen aan elektrische tractie van spoorwegen, metro, tramwegen en trolleybussen, alsook voor de elektrische uitrusting van hun rollend materieel. Worden niet beschouwd als installaties eigen aan elektrische tractie: centrales, onderstations en lijnen voor energietransmissie die de centrales met de tractieonderstations verbinden;
- voor installaties ontworpen of uitgebaat door de militaire overheid;
- voor signalisatie-installaties van de Belgische Spoorwegen;
- voor telecommunicatie-installaties verwezenlijkt ten behoeve van:
  a) de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk;
  b) de defensie van het land;
  c) de administraties en organismen van openbaar nut door de Staat belast met het beheer en de uitbating van installaties voor grote waterwegen, grote wegen, spoorwegen, tramwegen en voor de navigatie van de luchtvaart, zeevaart en binnenvaart;
- voor installaties op zeeschepen, vissersvaartuigen en binnenschepen;
- voor installaties voor luchtnavigatie, met inbegrip van de bijhorende grondinstallaties, van Belgocontrol, voor zover ze niet gelegen zijn op terreinen van derden, buiten het gebied van de luchthavens;
- voor de elektrische uitrusting die noodzakelijk is voor het in het verkeer brengen van motorvoertuigen (auto's, motoren, vrachtwagens, landbouwvoertuigen...);
- voor ondergrondse installaties en gelijkgestelde bovengrondse installaties die het voorwerp uitmaken van

wetten en reglementen van toepassing op mijnen, graverijen en ondergrondse groeven tenzij anders aangegeven;
- voor installaties voor informatica, voor installaties voor gegevensverwerking, voor teletransmissieinstallaties van elektriciteitsproducenten en uitbaters, voor installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging. Deze installaties en systemen moeten echter beantwoorden aan de regels van goed vakmanschap. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen dienaangaande bij besluit, specifieke voorschriften vastleggen;
- voor installaties voor teledistributie.

Hoofdstuk 1.3. Doel

Het doel van dit Boek is voorschriften te bepalen aangaande de keuze van het materieel, de uitvoering, de bescherming, het gebruik en de controle van elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, teneinde het minimale veiligheidsniveau te verzekeren.

Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning

Elektrische installaties moeten in al hun onderdelen ontworpen en uitgevoerd worden in functie van hun nominale spanning.

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen

De normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, indien er bestaan, en alle bepalingen, die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden, moeten beschouwd worden als regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud

De elektrische installaties moeten uitgevoerd worden:
- met veilig elektrisch materieel,
- overeenkomstig hun bestemming,
- opdat correct onderhoud mogelijk is in al hun samenstellende delen,

en dit volgens de voorschriften van dit Boek en de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

De als dusdanig uitgevoerde installaties brengen, bij correct onderhoud en bij gebruik overeenkomstig hun bestemming, de veiligheid van personen alsook het behoud van goederen niet in gevaar.

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrische installaties moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel

In een elektrische installatie mogen slechts veilige elektrische machines, toestellen en leidingen aangewend worden. Dit wil zeggen dat ze moeten gebouwd zijn volgens de regels van goed vakmanschap en dat ze in geval van foutloze installatie en onderhoud, en toepassing volgens hun bestemming, zowel de veiligheid van personen als het behoud van goederen niet in gevaar mogen brengen.

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

De herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrisch materieel moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, elke door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of elke bepaling die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau biedt, betreffende elektrisch materieel en installatie, verplicht maken.

Het elektrisch materieel moet ten minste beantwoorden aan de criteria vermeld in *afdeling 5.1.3.*

Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties

Voor installaties gevoed vanuit een laagspanningsdistributienet wordt de exploitatiegrens tussen de netbeheerder en de netgebruiker, zoals bepaald in het aansluitingscontract of in het aansluitingsreglement, beschouwd als oorsprong van de elektrische laagspanningsinstallatie.

Voor installaties die niet worden gevoed vanuit een laagspanningsdistributienet, maar door een hoogspanning/laagspanningstransformator, worden de aansluitklemmen aan de laagspanningszijde beschouwd als oorsprong van de elektrische laagspanningsinstallatie.

Voor installaties gevoed door autonome stroombronnen op laagspanning wordt de bron beschouwd als deel van de elektrische laagspanningsinstallatie.

Deel 2. Begrippen en definities

HOOFDSTUK 2.1. INLEIDING 9
HOOFDSTUK 2.2. KENMERKEN VAN DE INSTALLATIES 9
Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken 9
Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen 9
Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen 10
Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden 13
Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties 13
HOOFDSTUK 2.3. SPANNINGEN 14
Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen 14
Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom 14
Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom 15
HOOFDSTUK 2.4. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 15
Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen 15
Afdeling 2.4.2. Isolaties 20
Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken 21
HOOFDSTUK 2.5. AARDINGEN 22
HOOFDSTUK 2.6. ELEKTRISCHE STROOMBANEN 24
Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen 24
Afdeling 2.6.2. Stromen 24
Afdeling 2.6.3. Transformatoren 25
Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen 25
HOOFDSTUK 2.7. LEIDINGEN 26
Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen 26
Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen 27
HOOFDSTUK 2.8. MATERIEEL 29
Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen 29
Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden 30
HOOFDSTUK 2.9. SCHEIDING EN BESTURING 30
HOOFDSTUK 2.10. UITWENDIGE INVLOEDEN 31
Afdeling 2.10.1. Algemeenheden 31
Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA) 31
Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD) 31
Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 32
Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF) 32
Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG) 32
Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 33
Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 33
Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 33
Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN) 33
Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA) 34
Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB) 34
Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 34
Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) 35

Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 35
Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA) 35
Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB) 36
HOOFDSTUK 2.11. WERKZAAMHEDEN EN CONTROLE 36
Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties 36
Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties 38
HOOFDSTUK 2.12. SCHEMA'S, PLANNEN EN DOCUMENTEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 39
HOOFDSTUK 2.13. GRAFISCHE SYMBOLEN 40

Hoofdstuk 2.1. Inleiding

Verschillende technische begrippen worden bepaald in dit deel in de gevallen waarvoor deze begrippen algemeen zijn.

Al deze bepalingen zijn van toepassing in dit Boek.

Andere definities, deze van begrippen die specifiek van toepassing zijn op een deel van het Boek, zijn in het betrokken deel opgenomen.

Tenzij anders vermeld gelden in dit Boek de aanduidingen inzake spanning zowel voor gelijkspanning als voor wisselspanning.

Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen

Elektrische installatie: een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen.

Wooneenheid: een huis of een appartement dat als woning dient voor één of meerdere personen die in familieverband of als gemeenschap leven.

Residentieel geheel: een geheel van wooneenheden, van gemeenschappelijke delen en van technische lokalen.

Gemeenschappelijke delen van een residentieel geheel: lokalen van een residentieel geheel andere dan de wooneenheden en de technische lokalen; het betreft onder andere de gangen, de trappenhuizen, de tuinen, de parkings…

Technische lokalen van een residentieel geheel: lokalen specifiek aan het technisch beheer van het residentieel geheel zoals de stookplaats, het machinewerk van liften…

Installatie-eenheid: deel van een elektrische installatie dat zich stroomafwaarts bevindt, hetzij van de meter, hetzij van de beschermingsinrichting voor aansluiting, hetzij van een productiemiddel van elektrische energie.

Huishoudelijke elektrische installatie, gewoonlijk huishoudelijke installatie genoemd:
- hetzij een elektrische installatie, samengesteld uit een of meerdere installatie-eenheden die een wooneenheid of de gemeenschappelijke delen van een residentieel geheel voeden;
- hetzij een productiemiddel van elektrische energie en de elektrische installatie die een wooneenheid of de gemeenschappelijke delen van een residentieel geheel bedienen.

Vaste installatie (ook blijvende installatie genoemd): installatie die niet beantwoordt aan de definitie van een tijdelijke installatie, noch aan de definitie van een mobiele of verplaatsbare installatie.

Tijdelijke installatie: installatie die enkel een beperkte duur heeft zoals:
- hetzij een installatie die voor inrichtingen van beperkte duur bestemd is, die buiten het voorziene toepassingsgebied van ruimten vallen hetzij een installatie die zich regelmatig herhaalt (bijvoorbeeld, foorinstallaties bedoeld in *hoofdstuk 7.11.*);
- hetzij een installatie die voor de uitvoering van bouwwerken van gebouwen en dergelijke bestemd is (bijvoorbeeld, werfinstallaties bedoeld in *hoofdstuk 7.4.*).

Mobiele of verplaatsbare installatie: installatie die kan worden verplaatst, al dan niet onder spanning, hetzij door zijn eigen middelen hetzij door de gebruiker (bijvoorbeelden, voertuigen of aanhangwagens voor wegvervoer bedoeld in *hoofdstuk 7.101.*, werfketen, …).

Plaats: een niet-noodzakelijk overdekte ruimte en niet-noodzakelijk begrensd door wanden of omheiningen.

Lokaal: een overdekte ruimte begrensd door scheidingswanden, te weten door een vloer, wanden en een zoldering; deze scheidingswanden zijn vol of bevatten slechts openingen die geen doorgang verlenen aan een lange rechte draad van 1 mm diameter.

Omheinde plaats: een niet noodzakelijk overdekte ruimte begrensd hetzij door een of meer scheidingswanden, hetzij door hindernissen ter afsluiting van een ruimte.

Ruimte van de elektrische dienst: een lokaal of een omheinde plaats die hoofdzakelijk of exclusief dient voor de uitbating van elektrische installaties.

Dienstplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is voor de uitbating van de elektrische installaties (bijvoorbeeld toezicht, bediening, regeling sturing...).

Onderhoudsplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is, hoofdzakelijk voor het normaal onderhoud van de elektrische installaties (bijvoorbeeld vervanging van smeltveiligheden, het in goede staat houden...).

Functionele opening: opening die voor het lokaal of de omheinde plaats de functie mogelijk maakt die het moet vervullen. Het betreft voornamelijk toegangsdeuren, verluchtingsopeningen, doorgangsopeningen voor leidingen, mechanisch bedieningsmaterieel...

Huishoudelijke ruimte: een lokaal of een plaats die door een (niet) huishoudelijke elektrische installatie gevoed wordt.

Niet-huishoudelijke ruimte: een lokaal of een plaats die door een niet-huishoudelijke elektrische installatie gevoed wordt.

Gewone ruimte: een lokaal of een plaats die geen ruimte van de elektrische dienst is.

Normaal bedrijf: een situatie waarin elektrische en niet-elektrische installaties binnen de ontwerpparameters worden gebruikt.

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen

a. Algemeenheden

De aardverbindingssystemen, in beschouwing genomen in het kader van dit Boek, worden elk gekenmerkt door een code bestaande uit ten minste twee letters, en eventueel uit drie of vier letters:

- de eerste letter geeft de relatie aan tussen het verdeelnet en de aarde:
  - T: rechtstreekse verbinding van een punt met de aarde;
  - I: hetzij isolatie van alle actieve delen ten overstaan van de aarde;
    hetzij verbinding van een punt met de aarde via een voldoende grote impedantie;
- de tweede letter geeft de relatie aan tussen de massa's van de elektrische installatie en de aarde:
  - T: rechtstreeks geaarde massa's onafhankelijk van een eventuele aarding van een punt van het verdeelnet;
  - N: massa's verbonden met de geaarde geleider van het verdeelnet (bij wisselstroom, is het de nulgeleider die normaal geaard wordt);
- de eventuele derde of vierde letter, door een streepje gescheiden van de eerste twee en eventueel van elkaar, geven de uitvoering aan van de nulgeleider en van de beschermingsgeleider:
  - S: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden verzekerd door afzonderlijke geleiders;
  - C: één geleider vervult zowel de functie van nulgeleider als van beschermingsgeleider (PEN-geleider).

b. Beschrijving van de systemen

De volgende types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:

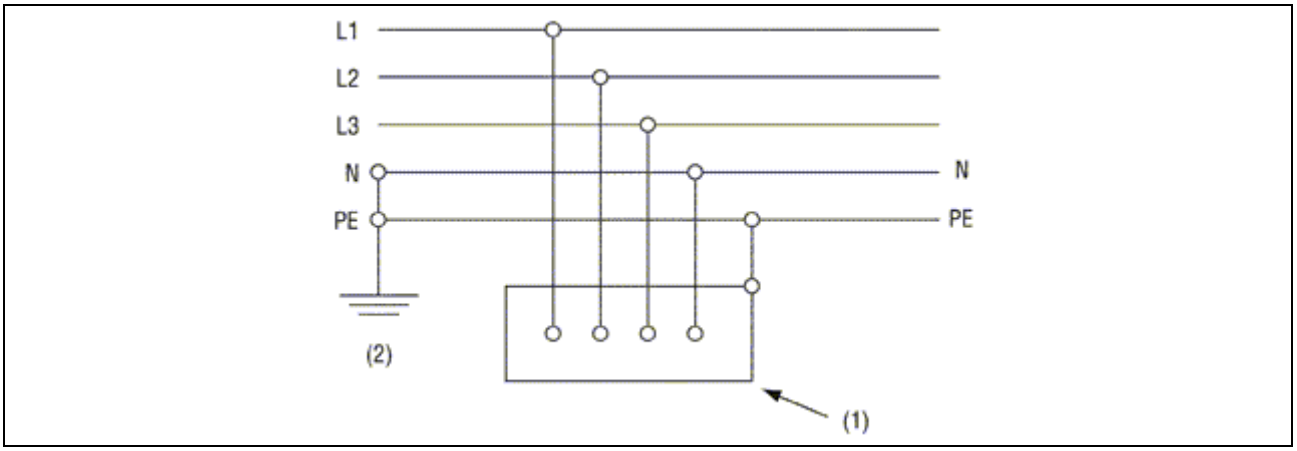
- de varianten TN-S, TN-C-S en TN-C van het TN-systeem;
- het TT-systeem;
- het IT-systeem.

b.1. De varianten van het TN-systeem

Bij het TN-systeem is een punt van het net rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn met dit punt verbonden door middel van beschermingsgeleiders. Naargelang de uitvoering van de nulgeleider en de beschermingsgeleider worden drie types van TN-systemen voorzien.

- TN-S-systeem: de nulgeleider en de beschermingsgeleider zijn afzonderlijke geleiders in het volledige net.

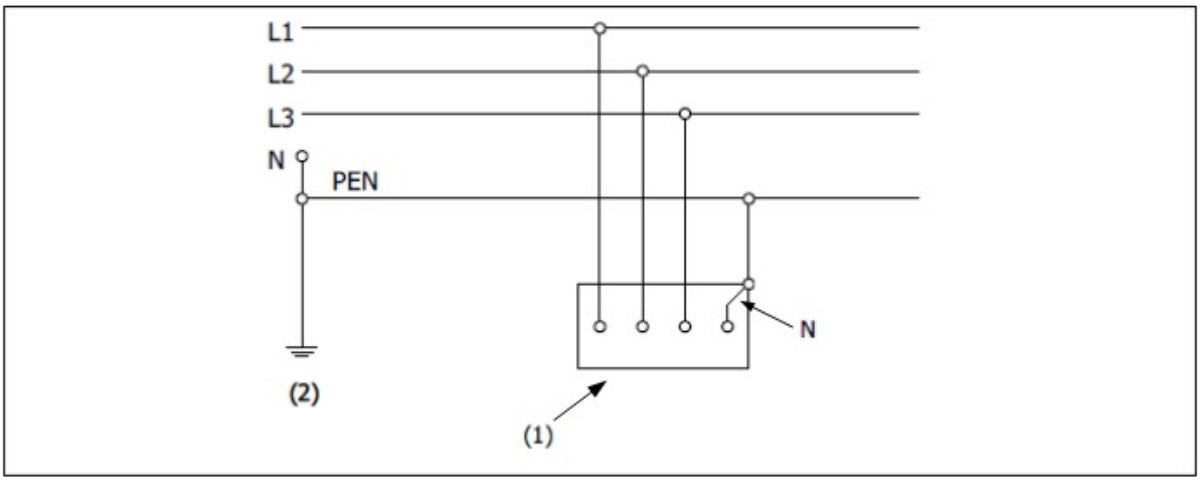
Figuur 2.1. TN-S-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

– TN-C systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde geleider in het volledige net.

Figuur 2.2. TN-C-systeem

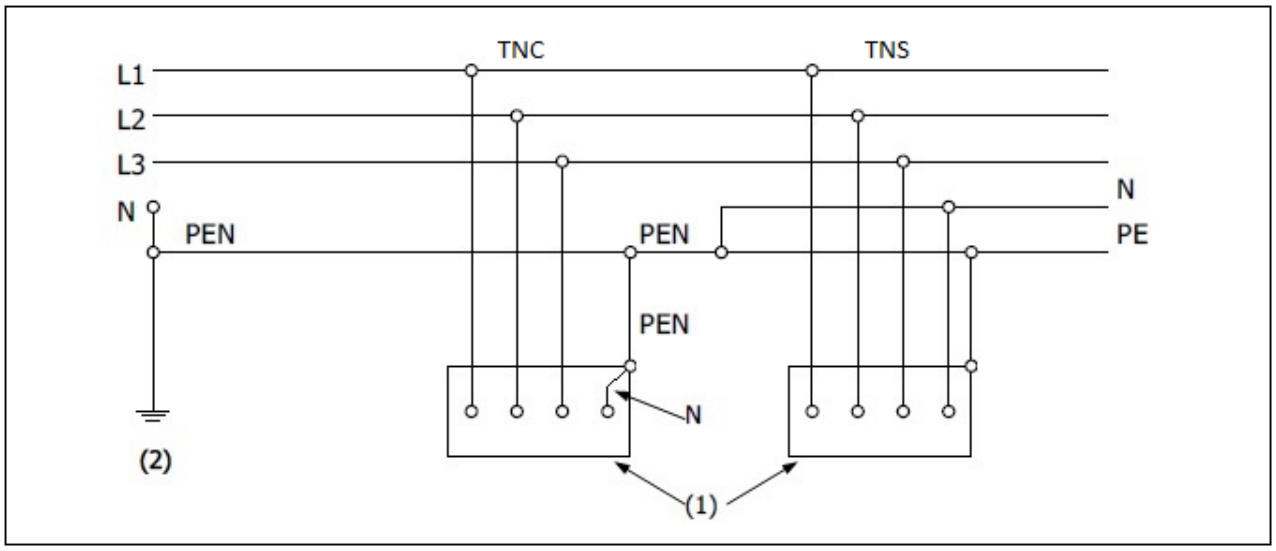


(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

– TN-C-S-systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde

geleider in een deel van het net.

Figuur 2.3. TN-C-S-systeem

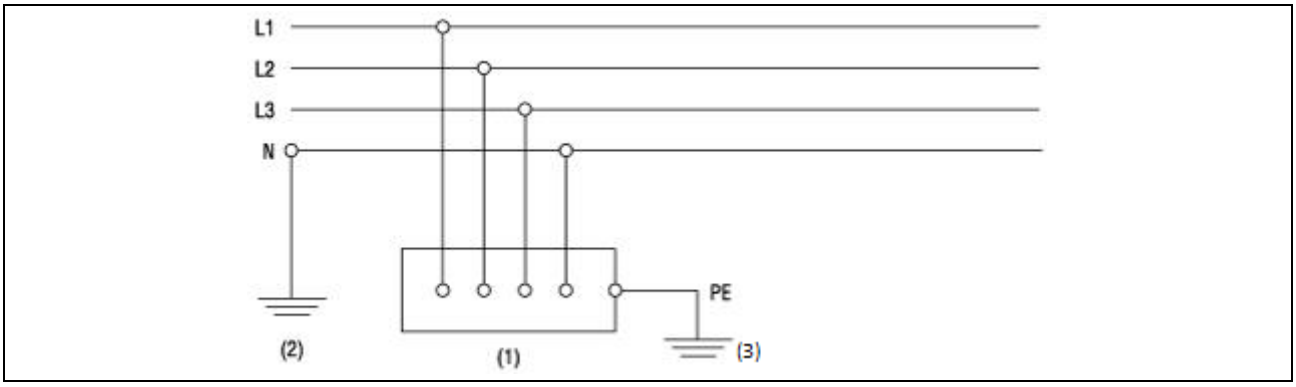


(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

b.2. TT-systeem

Bij een TT-systeem is een punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn verbonden met aardverbindingen die elektrisch gescheiden zijn van de aardverbindingen van het verdeelnet.

Figuur 2.4. TT-systeem

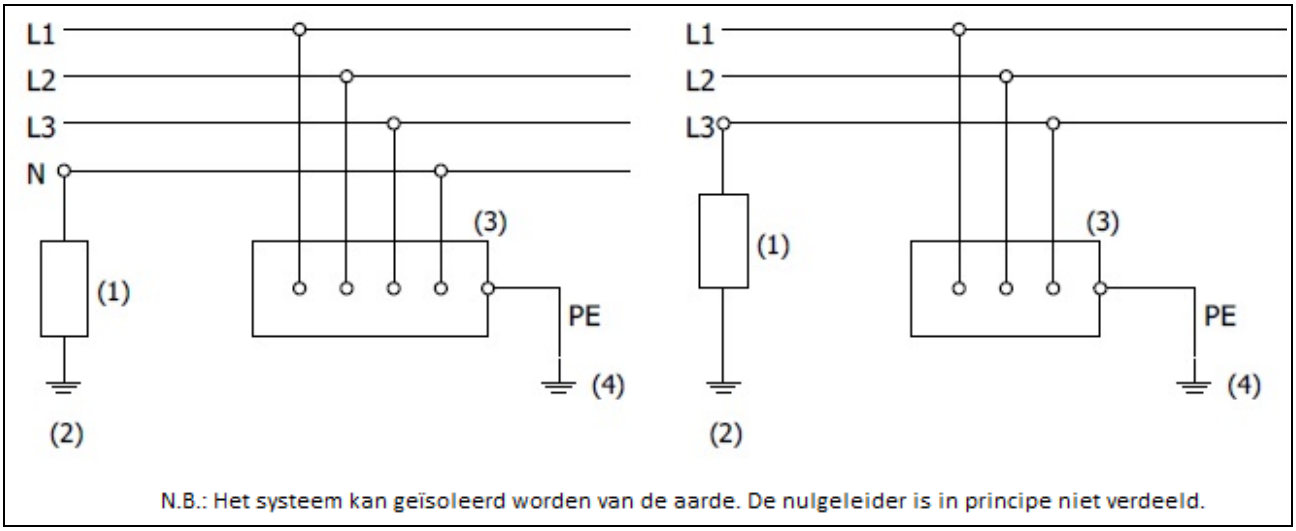


(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

b.3. IT-systeem

Bij een IT-systeem is er geen enkel punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard of is er een verbinding van een punt met de aarde via een voldoende grote impedantie, terwijl de massa's van de elektrische installatie wel geaard zijn.

Figuur 2.5. IT-systeem



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden

De eenheden en symbolen, verder in dit Boek gebruikt, zijn bepaald door het Koninklijk besluit van 4 oktober 1977, dat wijzigingen bevat van het koninklijk besluit van 14 september 1970 dat betrekking heeft op het gedeeltelijk in uitvoering brengen van de wet van 16 juni 1970 op de meeteenheden, de meetstandaarden en de meetwerktuigen en tot vaststelling van de wettelijke meeteenheden en van de standaarden en regels ter reproductie van deze eenheden.

Nominale waarde: waarde die gebruikt wordt om materieel aan te duiden door een kenmerkende grootheid (stroom, spanning...). Deze waarde is meestal gelijkaardig aan de toegekende waarde van dit materieel.

Toegekende waarde: waarde van een grootheid, meestal bepaald door de constructeur voor een gespecificeerde werking van een onderdeel van een inrichting of uitrusting.

Effectieve waarde: voor een tijdsafhankelijke grootheid is het de positieve vierkantswortel van de gemiddelde waarde van het kwadraat van de grootheid over het gegeven tijdsinterval (ook genoemd rms-waarde – *root mean square*).

Rimpelfactor: verhouding van de effectieve waarde van de periodische component van de stroom of de spanning tot de absolute waarde van hun gelijkspanningscomponent.

Joule-integraal: integraal van het kwadraat van de stroom in een gegeven tijdsinterval ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties

Veiligheidsverbruiker: uitrusting of systeem die/dat gedurende een bepaalde tijd om veiligheidsredenen voor personen in dienst moet blijven.

Veiligheidsinstallatie: elektrische installatie samengesteld uit de veiligheidsvoeding en de veiligheidsverbruiker.

Veiligheidsvoeding: voorziene voeding om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers te garanderen. Ze is samengesteld uit de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombaan.

Veiligheidsbron: elektrische bron deel uitmakend van de veiligheidsvoeding.

Kritische verbruiker: uitrusting of systeem waarvoor het functiebehoud is vereist om andere redenen dan deze van de veiligheid van personen.

Kritische installatie: elektrische installatie samengesteld uit de kritische verbruiker, zijn stroombaan en zijn eventuele vervangingsbron.

Vervangingsbron: elektrische bron voorzien om de voeding van een elektrische installatie of gedeelten van deze installatie of een toestel, om anderen redenen dan deze van de veiligheid van personen, bij het uitvallen van de normale bron te garanderen. Ze kan voor de voeding van de kritische installaties gebruikt worden.

Verbruiker met positieve veiligheid: een verbruiker waarvan de veiligheidsfunctie bij het uitvallen van de normale voeding in de tijd behouden blijft. Voorbeeld van een verbruiker met positieve veiligheid: een branddeur die door een elektromagneet in open positie wordt gehouden en die bij het uitvallen van de voeding mechanisch en automatisch sluit.

Normale bron: elektrische hoofdbron van een elektrische installatie onder normale gebruiksvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.3. Spanningen

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen

Nominale spanning van elektrisch materieel: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van het elektrisch materieel en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van dit materieel vastgelegd worden.

Nominale spanning van een elektrische installatie: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van een elektrische installatie en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van deze installatie vastgelegd worden. Deze waarde houdt geen rekening noch met voorbijgaande overspanningen bijvoorbeeld veroorzaakt door schakelen, noch met tijdelijke abnormale spanningsveranderingen, bijvoorbeeld wegens fouten in het voedingsnet.

Periodische spanning: spanning met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselspanning: periodische spanning waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke spanning die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkspanning: spanning met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische spanning die niet van teken verandert tijdens de periode.

Gelijkspanning met rimpel: spanning met een rimpelfactor die groter is dan 0,1.

Gelijkspanning zonder rimpel: spanning met een rimpelfactor kleiner dan of gelijk aan 0,1; nochtans wordt de maximale effectieve waarde van de periodische component vastgesteld op:
- 3 V voor gelijkspanningen kleiner dan of gelijk aan 30 V;
- 6 V voor gelijkspanningen groter dan 30 V maar kleiner dan of gelijk aan 60 V;
- 12 V voor gelijkspanningen groter dan 60 V maar kleiner dan of gelijk aan 120 V.

Laagspanning (LS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3*.

Zeer lage spanning (ZLS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3*.

Zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden, en
- in foutomstandigheden, met inbegrip van aardfouten in andere stroombanen,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *afdeling 2.4.1*.

Zeer lage beschermingsspanning (ZLBS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden, en
- in foutomstandigheden, met uitzondering van aardfouten in andere stroombanen,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *afdeling 2.4.1*.

De ZLBS verschilt van de ZLVS door het feit dat een punt van de stroombaan op ZLBS met de aarde mag worden verbonden.

Zeer lage functionele spanning (ZLFS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *afdeling 2.4.1*.

Beschermingsscheiding op ZLS en LS: een scheiding tussen de actieve delen op ZLS en LS die een isolatiedoorslagvastheid heeft gelijkwaardig aan deze van de dubbele isolatie.

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom

Voor wisselspanningen worden de effectieve waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.1*.

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom

		Spanningsgebieden in wisselstroom (V)
Zeer lage spanning		U ≤ 50
Laagspanning	1e categorie	50 < U ≤ 500
	2e categorie	500 < U ≤ 1000
Hoogspanning	1e categorie	1000 < U ≤ 50000
	2e categorie	U > 50000

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom

Voor gelijkspanningen worden de gemiddelde waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.2*.

Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom

		Spanningsgebieden (V)	
		in gelijkstroom met rimpel	***in gelijkstroom zonder rimpel***
Zeer lage spanning		U ≤ 75	U ≤ 120
Laagspanning	1e categorie	75 < U ≤ 750	120 < U ≤ 750
	2e categorie	750 < U ≤ 1500	750 < U ≤ 1500
Hoogspanning		U > 1500	U > 1500

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen

Elektrische schok: fysiopathologisch verschijnsel veroorzaakt door een elektrische stroom in het menselijk lichaam.

Rechtstreekse aanraking: aanraking door personen van actieve delen van elektrisch materieel.

Onrechtstreekse aanraking: aanraking door personen van toevallig onder spanning staande massa's.

Schokstroom: de stroom die door het menselijk lichaam vloeit en die een elektrische schok veroorzaakt.

Actieve geleider: een geleider bestemd voor het overbrengen van elektrische energie. De nulgeleider bij wisselstroom en de compensatorgeleider bij gelijkstroom, zelfs indien deze geleiders gebruikt worden als beschermingsgeleider beantwoorden eveneens aan deze bepaling.

Nulgeleider: een actieve geleider verbonden met het nulpunt (N). In sommige gevallen en onder bepaalde voorwaarden mag de nulgeleider de functie van beschermingsgeleider vervullen.

PEN-geleider: een geleider die gelijktijdig de functie van nulgeleider en beschermingsgeleider vervult.

Actieve delen:
- de geleiders en geleidende delen van elektrisch materieel dat bij normaal gebruik onder spanning kan staan, met inbegrip van de geleidende delen, rechtstreeks verbonden met de nulgeleider bij wisselstroom of met de compensatorgeleider bij gelijkstroom. De PEN-geleider wordt bij conventie niet als actief deel beschouwd;
- de delen van sommige elektrische machines of toestellen (bijvoorbeeld in verband met ontstoringsmaatre-

gelen) indien de desbetreffende bijzondere voorschriften dit voorzien of indien de installatie- en gebruiksvoorwaarden zodanig zijn dat deze geleidende delen in normale omstandigheden op een spanning kunnen gebracht worden die groter is dan de maximumwaarde van de zeer lage spanning. Dit geldt, bij elektrisch materieel van de klasse II (bepaald bij *afdeling 2.4.3.*), eveneens voor geleidende delen die enkel van de actieve delen geïsoleerd zijn door een basisisolatie.

Gelijktijdig genaakbare delen of stukken: geleiders of geleidende blanke delen die gelijktijdig door een persoon kunnen aangeraakt worden, dit wil zeggen die zich op een afstand van elkaar bevinden die gegeven wordt door de volgende formule:

$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$

met een minimum van 2,50 m. Hierin is U_N de nominale spanning, uitgedrukt in kV, tussen deze delen of stukken.

Kunnen beschouwd worden als gelijktijdig genaakbare delen of stukken:
- actieve delen;
- massa's;
- geleidende delen, vreemd aan de elektrische installatie;
- beschermingsgeleiders, equipotentiale geleiders;
- aardelektroden;
- de grond en geleidende vloeren.

Tussenstuk: niet-genaakbaar en geleidend deel van elektrisch materieel dat in normale omstandigheden niet onder spanning staat, maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

Massa: genaakbaar geleidend deel dat geen actief deel is maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

De term *massa* beduidt hoofdzakelijk genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, normaal geïsoleerd van de actieve delen maar die er toevallig mee in aanraking kunnen komen als gevolg van een tekortkoming in de schikkingen, genomen om hun isolatie te verzekeren. Deze tekortkoming kan het gevolg zijn van het in gebreke blijven van de basisisolatie, de bevestigings- of beschermingrichtingen.

Onder massa wordt namelijk verstaan:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, enkel van de actieve delen gescheiden door een basisisolatie;
- vreemde geleidende delen, elektrisch verbonden of in aanraking met het geleidend of isolerend uitwending oppervlak van elektrisch materieel dat slechts een basisisolatie omvat.

Dit is met name ook het geval voor metalen deurlijsten gebruikt als doorgang voor elektrische leidingen, als steun voor elektrische toestellen met basisisolatie of geplaatst in contact met het uitwendig omhulsel van deze toestellen.

Uit de bepaling van massa volgt eveneens dat:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel dat niet van de klasse II is, metalen bewapening van kabels en bepaalde metalen buizen massa's zijn;
- geen enkel deel van elektrisch materieel van de klasse II als massa beschouwd wordt.

Met de term *massa* wordt eveneens elk metalen voorwerp bedoeld dat door gewilde plaatsing of als gevolg van een bestaande toestand, elektrisch verbonden of in aanraking is met het uitwendig oppervlak van elektrisch materieel met basisisolatie.

In de ruimere betekenis moeten alle metalen voorwerpen in de nabijheid van niet-geïsoleerde actieve delen als massa beschouwd worden indien er een groot risico bestaat dat ze in elektrisch contact komen met deze actieve delen als gevolg van onvolkomenheden van de bevestigingsmiddelen (zoals loskomen van verbindingen, breuk van geleider...).

Geleidend deel, vreemd aan de elektrische installatie (afgekort: vreemd geleidend deel): geleidend deel dat niet tot de elektrische installatie behoort en dat een potentiaal, de aardpotentiaal inbegrepen, kan overbrengen.

Deze vreemde geleidende delen zijn namelijk:
- metalen delen gebruikt in de constructie van gebouwen;
- metalen leidingen voor gas, water, verwarming... en de niet-elektrische toestellen die erop aangesloten zijn (radiatoren, niet-elektrische fornuizen, metalen gootstenen...);
- niet-isolerende vloeren en wanden.

Fout: toevallige elektrische verbinding tussen twee punten op verschillende potentialen. De verbinding kan rechtstreeks zijn of een zekere impedantie vertonen.

Impedantie van de foutlus: totale impedantie die de foutstroom bepaalt.

Foutstroom: stroom die ontstaat door een fout.

Aardfoutstroom: foutstroom die naar de aarde vloeit.

Lekstroom: stroom die in een foutloze elektrische stroombaan naar de aarde of naar de vreemde geleidende delen vloeit.

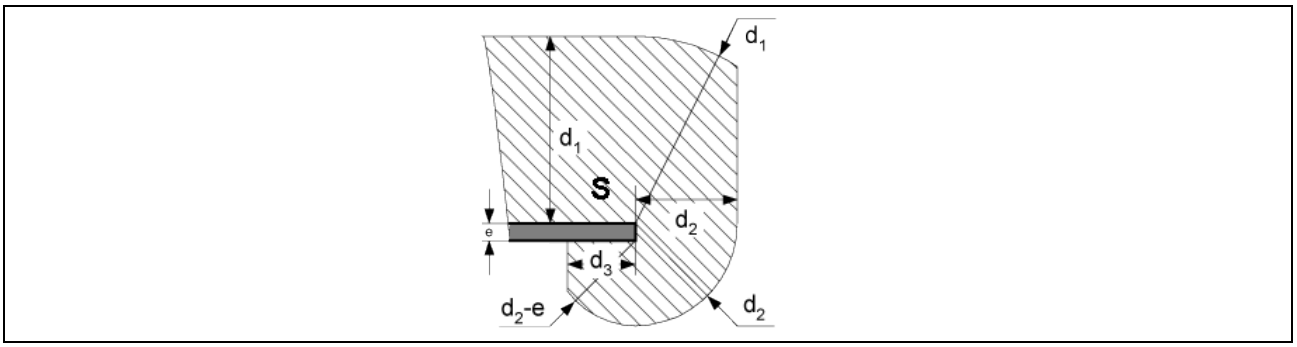
Foutspanning: spanning die bij een isolatiefout ontstaat tussen een massa en een punt waarvan de potentiaal niet veranderd wordt door het onder spanning brengen van de massa.

Contactspanning: spanning die, in het raam van de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen, bij een isolatiefout bestaat of kan ontstaan tussen gelijktijdig genaakbare delen, met uitzondering van actieve delen.

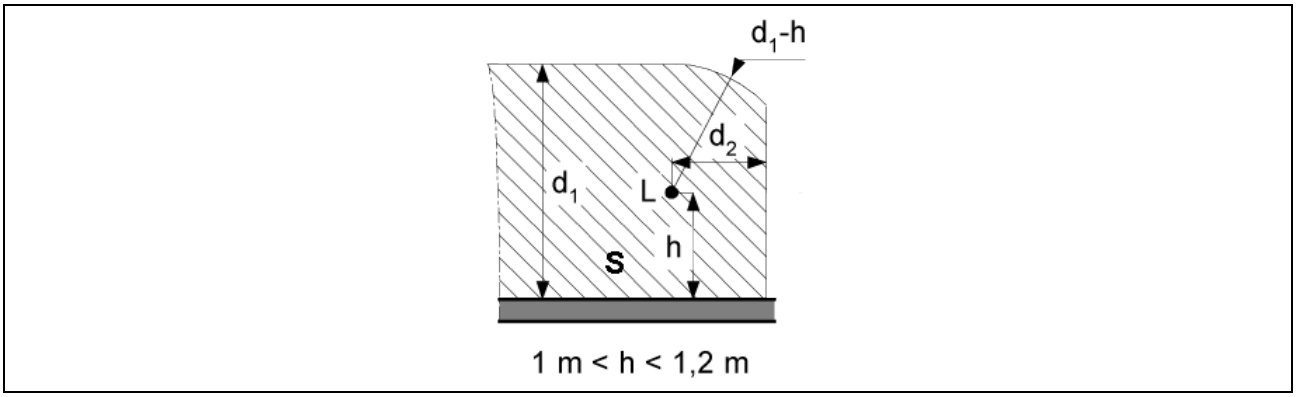
Verplaatsingsoppervlak: vast oppervlak waarop personen zich in normale omstandigheden bevinden of zich verplaatsen; dit oppervlak wordt begrensd door zijn eigen schikking of door één of meer materiële elementen.

Genaakbaarheidsgabarit: volume dat gelegen is rond een verplaatsingsoppervlak en dat begrensd is zoals vermeld in de *figuren 2.6.* t.e.m. *2.9.*

Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd

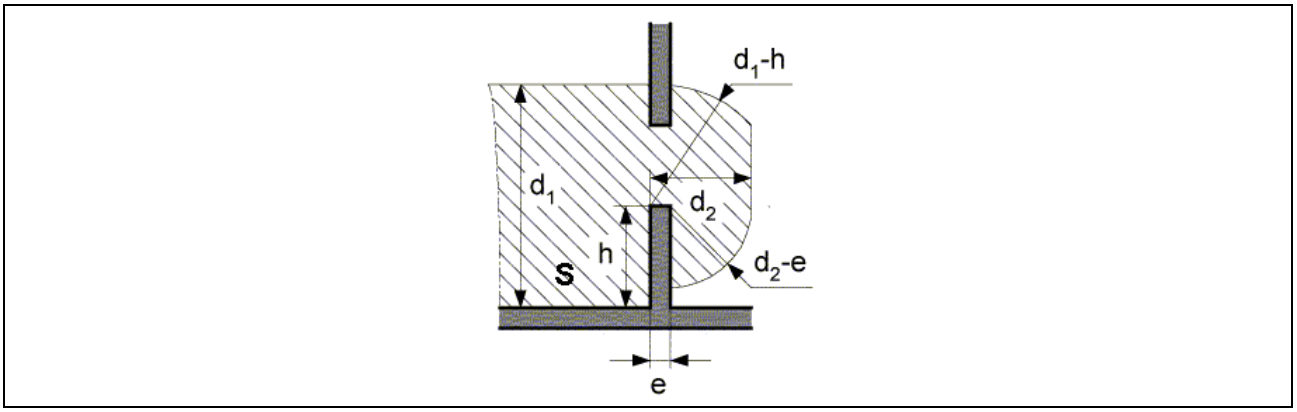


Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element

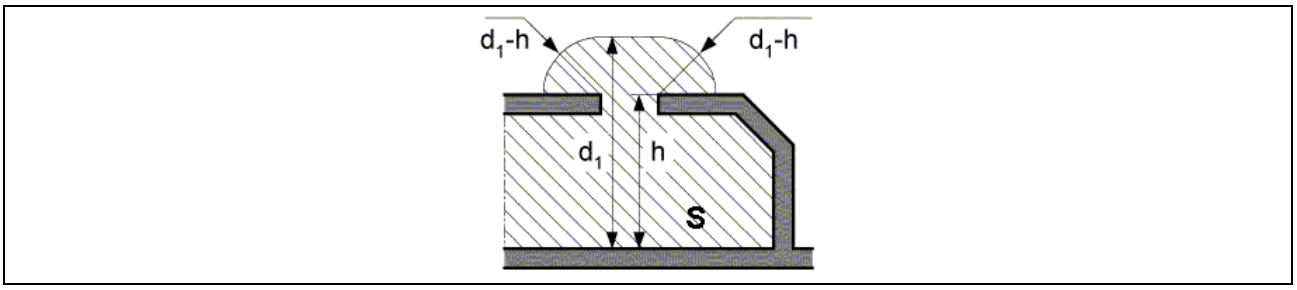


L = leuning (handgreep), materieel element

Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



S: verplaatsingsoppervlak

d_1, d_2, d_3: afstanden in meter volgens onderstaande formule:
d_1 = 2,50 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 2,5 m
d_2 = 1,25 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 1,25 m
d_3 = 0,75 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 0,75 m
waarin U_N, uitgedrukt in kV, de nominale spanning van de elektrische installatie is.

De verplaatsingsoppervlakken, alsmede de materiële elementen waarvan de samenstelling zodanig is dat de eventuele openingen geen doorgang verlenen aan een lange rechte staaf van 12 mm diameter, begrenzen het genaakbaarheidsgabarit.

Veiligheidsslot: Wordt niet als veiligheidsslot beschouwd:
- sloten die met een universele sleutel kunnen geopend worden;
- sloten die gemakkelijk met behulp van een handgereedschap (tang, schroevendraaier, …) kunnen geopend worden.

Voorbeelden van sloten die niet als veiligheidsslot beschouwd worden: dubbelbaardslot, driekantslot, vierkantslot, …

Niet-geleidende ruimten: bij laagspanning en bij zeer lage spanning, worden als niet-geleidende ruimten beschouwd de droge lokalen en plaatsen waarvan de vloeren en de wanden isolerend zijn en een weerstand hebben ten minste gelijk aan:
- 50 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie niet groter is dan 500 V (300 V ten opzichte van de aarde);
- 100 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie deze waarde overschrijdt.

Isolerende vloeren en wanden: vloeren en wanden met voldoende grote weerstand om de foutstroom tot een ongevaarlijke waarde te beperken.

Worden als niet-isolerend beschouwd:
1. vloeren en muren van gewapend beton zonder verdere bekleding;
2. de vloerbedekkingen in natuursteen, baksteen, cement, tegels in ceramiek of cement die rechtstreeks geplaatst worden op vloerplaten van gewapend beton, op ruw metselwerk, op beton of in volle grond;
3. metalen bekledingen.

Worden als isolerend of niet-geleidend beschouwd:
1. houten parketvloer;
2. bekledingen uit niet-geleidende rubber, linoleum of kunststof;

3. wanden bekleed met een bepleistering, zoals droge plaaster;
4. droge muren van baksteen of plaasteren panelen;
5. tapijten en vaste vloerbekleding zonder metalen elementen.

In de hierboven niet aangehaalde gevallen moeten, indien nodig, elektrische weerstandsproeven de categorieën bepalen waartoe ze behoren. In geval van twijfel, moeten de wanden en vloeren beschouwd worden als geleidende voorwerpen.

Beschermingsgraden gegeven door omhulsels: de beschermingsgraad inzake de door omhulsels verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen alsmede tegen de directe aanraking met actieve delen gelegen binnen de omhulsels wordt bepaald door een code die beantwoordt hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig niveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Deze code is samengesteld uit de letters *IP*, gevolgd door twee getallen waarvan het eerste de beschermingsgraad tegen de aanraking van actieve delen binnen het omhulsel of achter de hindernis en tegelijk de beschermingsgraad tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen voorstelt en het tweede de beschermingsgraad tegen binnendringen van vloeistoffen voorstelt.

Wanneer één van deze getallen niet is bepaald, wordt het vervangen door de letter X.

De bescherming tegen de directe aanraking met actieve delen, binnen het omhulsel of achter de hindernis, wordt bepaald door een letter die van de getallen is gescheiden door een streepje. De bijkomende letters worden slechts gebruikt indien de werkelijke bescherming tegen directe aanraking hoger is dan deze aangegeven door het eerste kenmerkend getal of indien enkel de bescherming tegen aanraking van actieve delen is vermeld.

De letters *A*, *B*, *C* en *D* hebben betrekking op de verhindering van de aanraking met de actieve delen door een kaliber met een doormeter van respectievelijk 50, 12, 2,5 en 1 mm.

Beschermingsgraden gegeven door hindernissen: de beschermingsgraad inzake de door hindernissen verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen, alsmede de bescherming tegen de directe aanraking van actieve delen achter de hindernissen wordt op een analoge wijze bepaald als bij de beschermingsgraden van omhulsels (zie *hoger*).

Conventionele grensspanningen

a) Absolute conventionele grensspanning U_L

De absolute conventionele grensspanning (U_L) hangt af van de weerstand van het menselijk lichaam die, met name, functie is van de huidvochtigheid.

Om de uitwendige invloed van de huidvochtigheid te bepalen wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters BB gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3.

Bij conventie werden aldus drie weerstanden van het menselijk lichaam, naargelang de huidvochtigheid, bepaald met drie overeenkomstige niet-gevaarlijke spanningen, conventionele grensspanningen genoemd, zoals aangeduid in *tabel 2.3*.

Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Absolute conventionele grensspanning U_L in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	50 V	75 V	120 V
BB2	Natte huid	25 V	36 V	60 V
BB3	In water onder-gedompelde huid	12 V	18 V	30 V

b) Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

De relatieve conventionele grensspanning is een spanning die niet kan behouden blijven op een waarde groter dan de spanning $U_L(t)$, gedurende een tijd langer dan t, aangegeven in *tabel 2.4*.

Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

Maximale werkingsduur (t) in seconden	*Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in V*			
	BB1		*BB2*	
	Wisselspanning	*Gelijkspanning*	*Wisselspanning*	*Gelijkspanning*
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

De groep curven, opgesteld aan de hand van de waarden van de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in functie van de tijd, wordt verder in dit Boek *veiligheidscurve* genoemd.

Afdeling 2.4.2. Isolaties

Isolatie: het geheel der isoleringen (vaste, vloeibare, gasvormige) die bij het vervaardigen van elektrisch materieel of een elektrische installatie gebruikt worden om de actieve delen te isoleren. De isolatie moet gedurende een minuut weerstaan aan een proefspanning op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:
- hetzij in de desbetreffende normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij door Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Basisisolatie: een isolatie die noodzakelijk is voor een normale werking van elektrisch materieel en elektrische installaties en die de fundamentele bescherming tegen elektrische schokken verzekert.

Dubbele isolatie: een isolatie waarin buiten de basisisolatie een onafhankelijke bijkomende isolatie wordt voorzien. De dubbele isolatie wordt gecontroleerd door typeproeven; zij moet gedurende een minuut een proefspanning doorstaan op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:
- hetzij in de desbetreffende normen, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen ;
- hetzij bij Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Het elektrisch materieel met dubbele isolatie moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

Totale isolatie: wordt toegepast bij in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen. Zij wordt uitgevoerd overeenkomstig hetzij de voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, en inzonderheid:

a) het elektrisch materieel moet volledig met een isolerend materiaal omhuld zijn. Het omhulsel moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

;

b) de in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen moeten inwendig op een zichtbare wijze het volgende symbool dragen:

Bijkomende isolatie: een isolatie die bij het installeren wordt aangebracht over de basisisolatie van elektrisch materieel teneinde voor dit materieel een veiligheid te bekomen die gelijkwaardig is met deze van de dubbele isolatie. Zij moet aan volgende voorwaarden voldoen:

a) bij bedrijfsklaar elektrisch materieel bevinden de tussenstukken zich in een isolerend omhulsel dat ten minste een beschermingsgraad IPXX-B biedt;
b) het isolerend omhulsel kan weerstaan aan de te verwachten mechanische, elektrische, scheikundige en

thermische invloeden;

c) deklagen van verf, vernis en gelijkaardige stoffen voldoen meestal niet aan deze voorschriften met uitzondering van de omhulsels die de typeproeven hebben ondergaan en die bedekt zijn met een dergelijke laag indien hun gebruik toegelaten is door de desbetreffende regels en de isolerende bedekkingen beproefd zijn volgens de overeenkomstige beproevingsvoorwaarden;
d) het isolerend omhulsel mag niet doorboord worden door metalen delen die een potentiaal zouden kunnen overbrengen. Het omhulsel mag geen schroeven uit isolerend materiaal bevatten waarvan de vervanging door een metalen schroef de isolatie die het omhulsel biedt in gevaar brengt. Wanneer mechanische verbindingen door het omhulsel gaan (bijvoorbeeld bedieningsorganen van ingesloten toestellen) moeten deze zo geschikt worden dat de bescherming tegen elektrische schokken niet in het gedrang komt;
e) indien deuren of deksels zonder sleutel of gereedschap kunnen geopend worden moeten alle geleidende delen die genaakbaar worden als de deur of het deksel open is, zich achter een isolerende hindernis bevinden die ten minste een beschermingsgraad IPXX-B heeft om te beletten dat personen in aanraking komen met dergelijke delen. Deze isolerende hindernis mag slechts kunnen weggenomen worden met behulp van een sleutel of gereedschap;
f) het volgende symbool moet op een zichtbare wijze aangebracht zijn op de buitenwand van het omhulsel:

Versterkte isolatie: bestaat uit een bedekking van actieve delen met een enkelvoudige isolatie die zodanige mechanische en elektrische eigenschappen heeft dat ze een bescherming tegen elektrische schokken verzekert die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie. Ze is slechts toegelaten als het om constructieve redenen onmogelijk is een dubbele isolatie aan te brengen. Ze moet voldoen aan de voorwaarden van *punten b.* tot *f.)* van hierboven bepaalde *Bijkomende isolatie*.

Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken

Klassen van elektrisch materieel: in verband met de bescherming tegen elektrische schokken wordt het elektrisch materieel voor lage en zeer lage spanning ingedeeld volgens drie criteria:

- de isolatie tussen actieve en genaakbare delen;
- de al dan niet bestaande mogelijkheid om genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider;
- de toelaatbare spanningen.

Het elektrisch materieel wordt in volgende klassen ingedeeld:

a) **klasse 0:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken enkel berust op de basisisolatie; dat wil zeggen dat niets voorzien is om eventueel genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider.
Elektrisch materieel van de klasse 0 heeft hetzij een omhulsel uit isolerend materiaal dat een deel of het geheel van de basisisolatie uitmaakt, hetzij een metalen omhulsel dat van de actieve delen door een gepaste isolatie gescheiden is. Indien elektrisch materieel, met een omhulsel uit isolerend materiaal, middelen bevat om inwendige delen te verbinden met een beschermingsgeleider moet het beschouwd worden als zijnde van de klasse I of 0I;
b) **klasse 0I:** elektrisch materieel met ten minste een basisisolatie voor al zijn delen en met een beschermingsklem (of massaklem), maar uitgerust met een voedingskabel zonder beschermingsgeleider;
c) **klasse I:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken niet uitsluitend berust bij de basisisolatie, maar waarbij de genaakbare geleidende delen verbonden moeten worden met een beschermingsgeleider zodat deze delen niet gevaarlijk kunnen worden door het in gebreke blijven van de basisisolatie. Bij elektrisch materieel gevoed via een snoer, moet dit snoer een beschermingsgeleider omvatten;
d) **klasse II:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken berust op:
   - hetzij de dubbele isolatie;
   - hetzij de verstrekte isolatie.

   Het elektrisch materieel van de klasse II moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

   Deze maatregelen bevatten geen mogelijkheid tot aansluiting van een beschermingsaarding en hangen niet af van de wijze van installeren. Dergelijk materieel kan van één van de volgende types zijn:
   d.1. klasse II met omhullende isolatie waarbij een duurzaam en nagenoeg continu omhulsel van isolerend materiaal alle metalen delen omsluit, behalve kleine delen zoals kenplaten, schroeven en klinknagels die van de actieve delen zijn gescheiden door een isolatie, ten minste gelijkwaardig met de versterkte isolatie;
   d.2. klasse II met metalen omhulsel waarbij het nagenoeg continu metalen omhulsel de actieve delen om-

sluit en waarbij overal hetzij dubbele isolatie wordt aangebracht, hetzij een versterkte isolatie omdat een dubbele isolatie absoluut niet te verwezenlijken is.

d.3. klasse II die een samenstelling is van elektrisch materieel met omhullende isolatie en met metalen omhulsel. Indien elektrisch materieel in al zijn delen voorzien is van een dubbele isolatie en/of een versterkte isolatie, maar een uitwendige beschermingsklem bezit, wordt het aanzien als zijnde van de klasse I of 0I;

e) **klasse III:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken bekomen wordt door voeding op zeer lage veiligheidsspanning en waarin geen spanningen, andere dan de zeer lage veiligheidsspanning voorkomen.

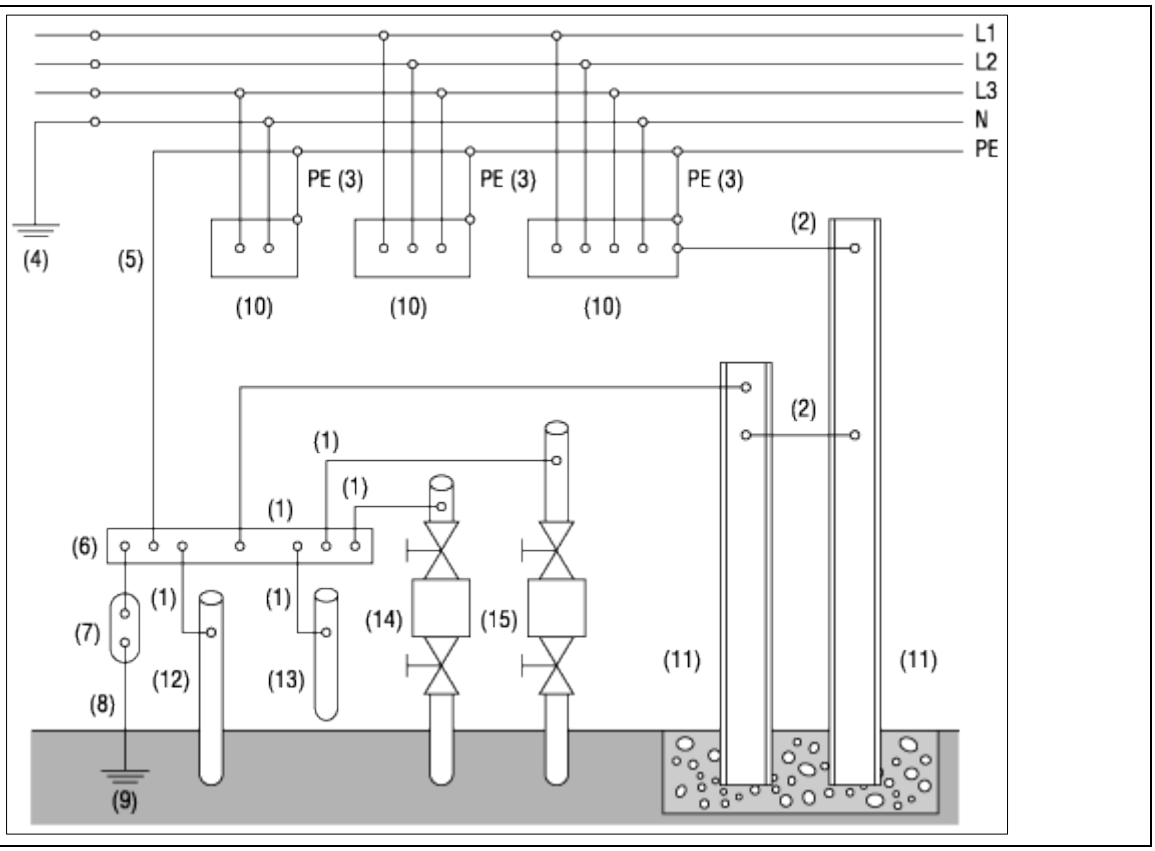
Elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II: elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II is materieel dat bij zijn toepassingen beschouwd mag worden als zijnde van de klasse II alhoewel het niet volledig beantwoordt aan de bepaling van de klasse II. Vermits deze toestellen onderworpen worden aan zeer strenge proeven waardoor verzekerd wordt dat de mogelijkheid van het onder spanning komen van genaakbare delen klein is, worden ze beschouwd als toestellen met een veiligheid gelijkwaardig met deze van materieel van de klasse II.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, leggen bij besluit de voorwaarden vast waaraan elektrisch materieel moet voldoen om beschouwd te worden als elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II.

Hoofdstuk 2.5. Aardingen

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Figuur 2.10. Aardingsinstallatie



(1) hoofdequipotentiale geleider
(2) bijkomende equipotentiale geleider
(3) beschermingsgeleiders
(4) aardverbinding van de verdeler
(5) hoofdbeschermingsgeleider
(6) hoofdaardingsklem
(7) aardingsonderbreker
(8) aardgeleider
(9) aardverbinding van de gebruiker

(10) massa
(11) gebinte
(12) afvoer
(13) verwarming
(14) water
(15) gas

Aarde: vakterm die de aarde aanduidt niet alleen als plaats maar ook als geleidende stof, bv. het type grond, humus, teelaarde, zand, grind of rots.

Aardelektrode: in de grond aangebracht geleidend deel, dat een elektrische verbinding verzekert met de aarde.

Hulpaardelektrode: tijdelijke aardelektrode die bij het meten van de spreidingsweerstand van een aardelektrode doorlopen wordt door de meetstroom.

Sonde: tijdelijke aardelektrode die bij het meten van de spreidingsweerstand van een aardelektrode in de bodem wordt aangebracht in de gemeenschappelijke neutrale zone van deze elektrode en van de hulpaardelektrode.

Geometrische doorsnede van een geleider: fysische doorsnede van een geleider die meetbaar is met behulp van een toestel voor het meten van lengten.

Equivalente elektrische doorsnede: doorsnede toegekend aan een geleider die aan de stroomdoorgang een weerstand biedt die gelijk is aan deze die geboden wordt door een koperen geleider met voornoemde doorsnede als geometrische doorsnede en waarvan de weerstand bij 20 °C 1,83 Ω/km bedraagt bij een doorsnede van 10 mm^2.

Verlood koper: geleider die samengesteld is uit vertind koperen kern met een equivalente elektrische doorsnede van minimaal 10 mm^2 die omgeven is met lood.

Verkoperde stalen baar: ronde stalen baar bedekt met een laag koper welke een gemiddelde dikte heeft die ten minste gelijk is aan 250 micron.

Gegalvaniseerd staal: warm gegalvaniseerd staal waarbij de dikte van de zinklaag ten minste 0,1 mm bedraagt.

Nuttig deel van de aardelektrode: deel van de aardelektrode onder de vriesgrens (60 cm onder het maaiveld).

Aardverbinding: één of meerdere aardelektroden die met elkaar blijvend verbonden zijn.

Elektrisch gescheiden aardverbindingen: aardverbindingen die voldoende ver van elkaar verwijderd zijn zodat de maximale stroom, die door één ervan vloeit, de potentiaal van de andere niet gevoelig verandert.

Aarding: aansluiting van een actief deel, een massa of een vreemd geleidend deel aan één of meerdere aardverbindingen.

Beschermingsgeleider: geleider gebruikt bij het nemen van bepaalde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking en die massa's verbindt met hetzij:
- andere massa's;
- vreemde geleidende delen;
- een aardverbinding;
- een met de aarde verbonden geleider;
- een met de aarde verbonden actief deel.

Hoofdbeschermingsgeleider: geleider die enerzijds verbonden is met de aardgeleider(s) en anderzijds met de beschermingsgeleiders van de massa's en zo nodig met deze van de vreemde geleidende delen en eventueel met de nulgeleider.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem met de aardverbinding verbindt, waarbij de eventuele aardingscheider geacht wordt deel uit te maken van deze aardgeleider.

Aardgeleider van het nulpunt en/of van de nulgeleider: geleider die het nulpunt en/of een punt van de nulgeleider verbindt met een aardverbinding.

Hoofdaardingsklem: verbindingsklem van de aardgeleider(s), van de hoofdbeschermingsgeleider(s) en van de hoofdequipotentiale geleider(s).

Aardingsklem of **beschermingsklem:** verbindingsklem van de beschermingsgeleider van elektrisch materieel.

Equipotentiaalzone of **potentiaalvereffeningszone:** ruimte waarin in geval van een fout in een elektrische installatie geen gevaarlijke potentiaalverschillen kunnen ontstaan.

Equipotentiaalverbinding of **potentiaalvereffeningsverbinding:** afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen:
- de hoofdequipotentiaalverbinding of de hoofdpotentiaalvereffeningsverbinding;
- de bijkomende equipotentiaalverbinding of de bijkomende potentiaalvereffeningsverbinding;
- plaatselijke, niet-geaarde equipotentiaalverbindingen of plaatselijke, niet-geaarde potentiaalvereffeningsverbindingen.

Equipotentiaalgeleider of **potentiaalvereffeningsgeleider:** geleider bestemd om de equipotentiaalverbinding of de potentiaalvereffeningsverbinding te verwezenlijken.

Neutrale zone of **neutrale (referentie) aarde:** deel van de aarde, buiten de beïnvloedingszone van een aardverbinding, waarin, tussen gelijk welke twee punten, geen waarneembaar potentiaalverschil kan voorkomen ten gevolge van een aardfoutstroom.

Spreidingszone (van een aardverbinding): zone gelegen omheen de aardverbinding en buiten de neutrale zone.

Aardingsweerstand R_E: (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen

Elementaire stroombaan: deel van een elektrische installatie tussen twee opeenvolgende beschermingsinrichtingen tegen overstroom (hoofdstroombaan) of deel na de laatste beschermingsinrichting (eindstroombaan).

Stroombaan: geheel dat bestaat uit een of meerdere elementaire stroombanen.

Begin van een stroombaan: onder begin van een stroombaan wordt verstaan, hetzij het begin van de elektrische leiding, hetzij de plaats waar de doorsnede, aard of samenstelling van de elektrische leiding of haar plaatsingswijze verandert.

Veiligheidsstroombaan: stroombaan die de veiligheidsbron met de veiligheidsverbruiker(s) verbindt.

Kritische stroombaan: stroombaan die de normale bron en/of de vervangingsbron met de kritische verbruiker(s) verbindt.

Afdeling 2.6.2. Stromen

Periodische stroom: stroom met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselstroom: periodische stroom waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke stroom die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkstroom: stroom met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische stroom die niet van teken verandert tijdens de periode.

Nominale stroom: conventionele waarde van de stroom die de werkingsvoorwaarden van de beschermingsinrichting bepaalt. De instelstroom moet aanzien worden als de nominale stroom voor de regelbare beschermingstoestellen (I_n).

Toelaatbare stroom in een geleider: de constante stroom die onder de gegeven omstandigheden door een geleider kan vloeien zonder dat de permanente regimetemperatuur van de geleider hoger wordt dan de opgegeven waarde (I_Z).

Bedrijfsstroom van een stroombaan: de stroomsterkte waarmee rekening moet worden gehouden bij het vastleggen van de vereiste kenmerken voor de bestanddelen van de stroombaan (I_B). In doorlopend bedrijf komt de bedrijfsstroom overeen met de grootste stroomsterkte die in normale omstandigheden in de stroombaan vloeit. In onderbroken bedrijf moet men de thermisch gelijkwaardige stroom in rekening brengen die bij doorlopend bedrijf de samenstellende delen van de stroombaan op dezelfde temperatuur zou brengen.

Overstroom: bij een elektrische machine of toestel, iedere stroomsterkte die groter is dan de nominale stroom; bij een geleider, iedere stroomsterkte die groter is dan de toelaatbare stroom I_Z.

Kortsluiting: rechtstreekse fout of fout met een te verwaarlozen impedantie.

Kortsluitstroom: overstroom die ontstaat door een kortsluiting.

Overbelastingsstroom: overstroom in een foutloze elektrische stroombaan.

Residuele differentieelstroom: algebraïsche som van de ogenblikkelijke waarden van de stromen doorheen alle actieve geleiders van een stroombaan in een punt van de elektrische installatie ($I_{\Delta n}$).

Werkelijke kortsluitstroom: waarde van de berekende of gemeten kortsluitstroom, rekening houdend met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting en met alle impedanties in de stroombaan die stroomopwaarts van de fout gelegen zijn.

Afdeling 2.6.3. Transformatoren

Scheidingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een basisisolatie (*afdeling 2.4.2.*).

Beschermingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie (*afdeling 2.4.2.*).

Veiligheidstransformator: beschermingstransformator bestemd voor het voeden van een of meerdere stroombanen op zeer lage veiligheidsspanning.

Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen

Residuele differentiële aanspreekstroom: waarde van de residuele differentiële stroom die de werking van een beschermingsinrichting veroorzaakt.

Naargelang de gevoeligheid van het toestel worden differentieelstroominrichtingen ingedeeld in vier categorieën, te weten:
- toestellen met kleine gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 1000 mA;
- toestellen met middelmatige gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 30 mA en kleiner dan of gelijk aan 1000 mA. De genormaliseerde aanspreekstromen zijn 100, 300, 500 en 1000 mA;
- toestellen met grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 10 mA en ten hoogste 30 mA is;
- toestellen met zeer grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom ten hoogste 10 mA is.

Conventionele aanspreekstroom: de bepaalde waarde van de stroom vanaf dewelke en waarboven het beschermingstoestel werkt binnen een bepaalde tijd (I_f).

Onderbrekingsvermogen: waarde van de stroom die het beschermingstoestel kan onderbreken op een welbepaalde spanning en onder voorgeschreven gebruiks- en werkingsvoorwaarden.

Conventionele niet-aanspreekstroom: de aangeduide stroom die gedurende een zekere tijd door een beschermingsinrichting kan vloeien, zonder dat deze laatste in werking treedt (I_{nf}).

Bij de smeltveiligheden wordt deze stroom de conventionele niet-doorsmeltstroom genoemd.

Bij de automatische schakelaars wordt deze stroom de conventionele niet-uitschakelstroom genoemd, waarbij deze stroom groter is dan de nominale stroom of de ingestelde stroom terwijl de aanspreektijd, die volgens type en nominale stroom kan verschillen, ten minste gelijk is aan 1 uur.

Aanspreek-joule-integraal: met betrekking tot een stroombaan beschermd door een smeltveiligheid of een automatische schakelaar moet de Joule-integraal over de aanspreektijd van de smeltveiligheid of van de automatische schakelaar beschouwd worden als een soortelijke energie, dit wil zeggen de energie die in warmte wordt omgezet in een gedeelte van een stroombaan met een weerstand van 1 Ω.

Joule-integraal eigen aan een zekering: grafiek die de waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (voor de boog of bij aanspreekwaarde) in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Joule-integraal eigen aan een automatische schakelaar: grafiek die de maximale waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (over de onderbreektijd), gemeten in de meest ongunstige voorwaarden van de onderbreking van de kortsluiting, in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Snijpuntstroom: grootste waarde van de overstroom waarbij in een serieschakeling van een beschermingsinrichting en een automatische schakelaar, deze beschermingsinrichting niet aanspreekt, doordat de automatische schakelaar de stroombaan eerder afschakelt.

Hoofdstuk 2.7. Leidingen

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen

Elektrische geleider (in dit Boek *geleider* genoemd): een blank of geïsoleerd lichaam bestemd om een elektrische stroom te voeren.

Elektrische leiding: samenstel van één of meerdere elektrische geïsoleerde geleiders, kabels, draden of railstellen en de elementen die zijn bestemd voor de bevestiging ervan en, zo nodig, hun mechanische bescherming.
Onder elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II wordt verstaan:
- hetzij een elektrische kabel van de klasse II die geen enkele geleidende bekleding omvat, ongeacht het gaat om een mantel, een bepantsering of elke andere bekleding, of deze bekleding uitwendig is of zelf vervat is in een isolerende mantel;
- hetzij een elektrische leiding die niet beantwoordt aan de maatstaven van de klasse II, maar een voldoende veiligheid biedt wegens het bijzonder gebruik ervan.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen bij besluit, de elektrische leidingen als hebbende een veiligheid die gelijkwaardig is met deze toestellen van de klasse II klasseren.

Geïsoleerde geleider: het geheel van de kern, zijn isolerende bekleding en zijn eventuele schermen.

Joule-integraal eigen aan een geïsoleerde geleider bij kortsluiting: waarde van de Joule-integraal overeenstemmend met de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van de geleider vanaf zijn regimetemperatuur op te voeren tot de toegelaten grenstemperatuur door adiabatische verwarming als gevolg van een kortsluiting. Deze waarde hangt af van de overeenstemmende waarden voor de beschermingsinrichting tegen kortsluiting (smeltveiligheden, automatische schakelaars) en verandert in functie van de aard van het metaal en de isolatie.

Kabel: samenstel van een of meer geïsoleerde geleiders, hun eventuele individuele mantel, de bescherming van de samenstelling en de beschermende laag of lagen. Additionele ongeïsoleerde geleiders kunnen in de kabel zijn omvat.

Eenaderige kabel: kabel met één enkele geïsoleerde geleider.

Mantel (van een kabel): doorlopende en eenvormige externe bekleding uit metalen of niet-metalen materiaal, meestal geëxtrudeerd.

Verbinding: algemene term die elke elektrische verbinding aanduidt die bestemd is om de elektrische continuïteit te verzekeren tussen twee of meerdere geleidende systemen (geleiders, geleidende delen, toestellen, uitrustingsmaterieel).

Koppeling: verbinding van twee uiteinden van geleiders.

Aftakking: verbinding van één of meerdere elektrische leidingen (elektrische aftakkingsleidingen genoemd) met een punt van een andere elektrische leiding (elektrische hoofdleiding genoemd).

Pantsering van een kabel: een gedeelte van de bekleding, bestaande uit metalen banden of draden, bedoeld om de kabel te beschermen tegen uitwendige mechanische inwerking.

Scherm: geleidende mantel die een of meer geïsoleerde geleiders omhult. Deze geleidende mantel moet een lineair geleidingsvermogen hebben dat bepaald wordt door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm.

Kabelsleuf: in een terrein gemaakte uitgraving om kabels in te leggen waarna de uitgraving gedempt wordt.

Telecommunicatielijn of -kabel: onder telecommunicatielijnen of -kabels wordt verstaan lijnen of kabels die uitsluitend dienen voor telefoon-, telegraaf-, telesignalisatie-, afstandsbedienings- en teledistributieverbindingen (met inbegrip van de voeding der versterkers) en in het algemeen voor de overdracht van gegevens of informaties, alsook voor elk telecommunicatiesysteem van welke aard ook.

Luchtlijn: het geheel van een installatie bestemd voor transmissie van elektrische energie en bestaande uit steunen, energiegeleiders die eventueel aan isolatoren zijn bevestigd en eventueel aardgeleiders of waakdraden.

Driestel: geheel van de drie fasegeleiders van een driefasige luchtlijn; een luchtlijn kan een of meerdere driestellen omvatten.

Steun: paal uit hout, beton of profielijzer, buisvormige metalen mast, vakwerkmast in hoekijzers of buizen, draagijzers en verder elk element dat de geleiders draagt, eventueel door middel van isolatoren.

Isolator: onderdeel dat dient om de geleiders te dragen en om ze onderling en ten opzichte van de aarde elektrisch te isoleren.

Ankersteun: steun die in staat is de kabels in een spanwijdte vast te houden, ook bij toevallige breuk van alle kabels in de naastliggende spanwijdte.

Eindsteun: steun die in staat is de laatste draagwijdte van een lijn te ondersteunen (t.t.z. zonder de aangrenzende spanwijdte).

Tuikabel: mechanisch element dat door zijn samenstelling enkel op tractie kan belast worden en dat de steun verbindt met een vast punt, zoals bijvoorbeeld een nabijgelegen constructie of een zwaar verankeringsmassief, teneinde de stabiliteit van de steun te verhogen.

Voorgebundelde leiding: een geheel van geleiders dat een verhoogde isolatie met grote weerstand tegen weersinvloeden bezit. De voorgebundelde leiding voor netten is samengesteld uit fasegeleiders, een dragend deel dat als nulgeleider kan dienen en eventueel geleiders voor de openbare verlichting. De fasegeleiders en de geleiders voor openbare verlichting zijn getwijnd rond de drager die zich in het centrum van de bundel bevindt. De voorgebundelde leiding voor aansluitingen is samengesteld uit:
- meerdere getwijnde geleiders waarvan één kan dienen als nulgeleider;
- eventueel een dragend deel.

Dragend deel: een draad of een geheel van in elkaar gedraaide draden, al of niet geïntegreerd in een voorgebundelde leiding, dat op zichzelf de mechanische trekvastheid van deze voorgebundelde leiding verzekert.

Connector: een geheel bestemd om een elektrische machine of toestel dat niet vast werd opgesteld elektrisch te verbinden met een snoer. Het bestaat uit twee delen:
- een koppelcontactstop die vast deel uitmaakt van het voedingssnoer of bestemd is om ermee verbonden te worden;
- een toestelcontactdoos ingebouwd in of bevestigd op het verplaatsbaar gebruikstoestel of machine.

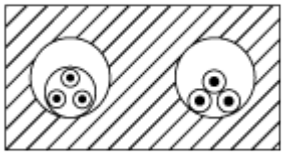
Kabel of geïsoleerde geleider afzonderlijk geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die op een afstand groter dan of gelijk aan 20 mm van elke andere kabel of geïsoleerde geleider is geïnstalleerd.

Kabel of geïsoleerde geleider in bundel of in laag geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die niet afzonderlijk is geïnstalleerd.

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen

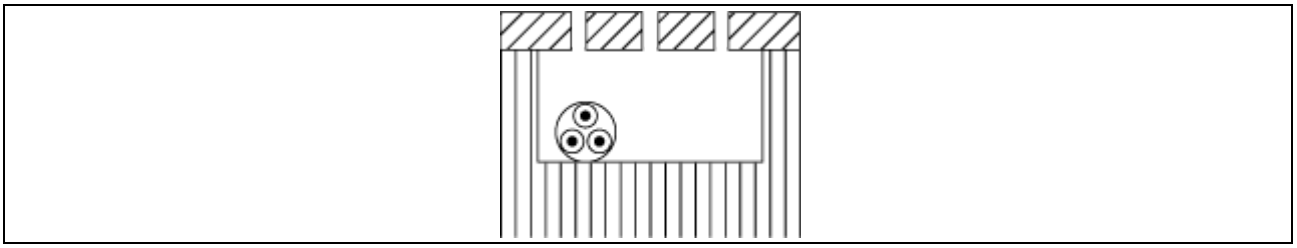
Holle blok: plaatsingsmateriaal bestaande uit delen in vast materiaal (zoals beton) waarin holten vrijgelaten blijven voor de doorgang van kabels.

Figuur 2.11. Plaatsingswijze «holle blok»



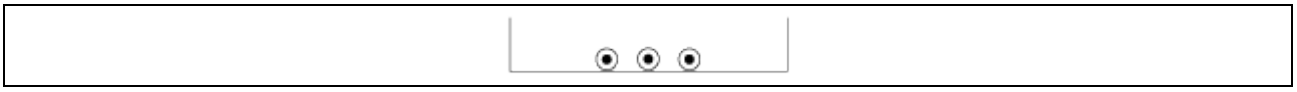
Kabelkanaal: gracht of kanaal gelegen onder het peil van de grond of de vloer en waarvan de afmetingen niet toelaten erin te bewegen. Wanneer hij gesloten kan worden moeten de kabels bereikbaar zijn over hun totale lengte.

Figuur 2.12. Plaatsingswijze «kabelkanaal»



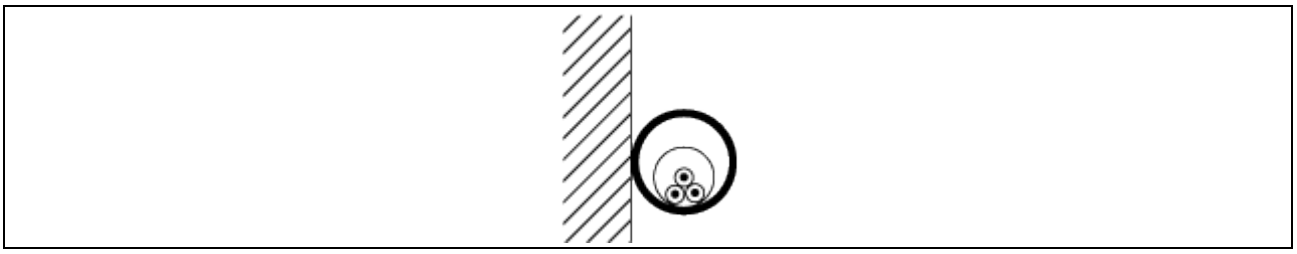
Kabelrek: plaatsingsmateriaal in volle of geperforeerde profielelementen, om de kabels op hun weg te ondersteunen.

Figuur 2.13. Plaatsingswijze «kabelrek»



Buis: plaatsingsmateriaal dat een doorlopende bescherming voor de geleiders toelaat in niet-opengaande buisvormige elementen.

Figuur 2.14. Plaatsingswijze «buis»



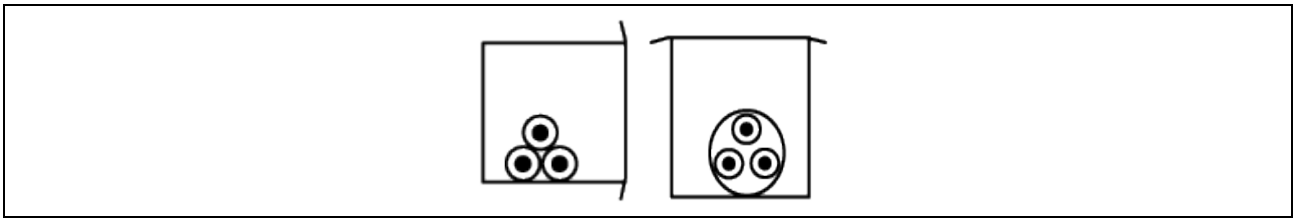
Overtrek (of huls): deel rond een elektrische leiding, dat een bijkomende bescherming geeft aan de elektrische leiding voor de doorgang van wanden (muurschot, vloer, plafond) of van ondergrondse stukken.

Koker: ruimte boven grondniveau met afmetingen die niet toelaten zich erin te bewegen en die zodanig is uitgevoerd dat de kabels bereikbaar zijn over heel hun lengte. Een koker kan al dan niet deel uitmaken van het bouwwerk zelf.

Galerij: ruimte waarvan de afmetingen zodanig zijn dat personen zich erin kunnen bewegen.

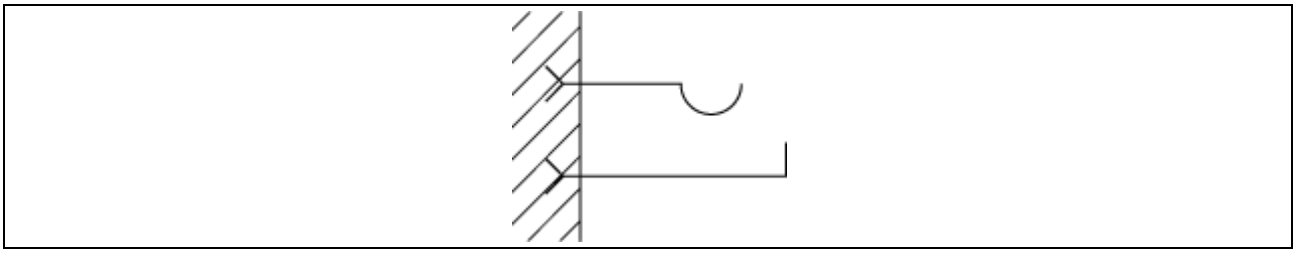
Kabelbaan: plaatsingsmateriaal met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, voorzien om geleiders of kabels te bevatten, en gesloten met behulp van een afneembaar deksel.

Figuur 2.15. Plaatsingswijze «kabelbaan»



Haak: in een wand aan één van zijn uiteinden vastgezet stuk, dat op onderbroken wijze de kabel draagt.

Figuur 2.16. Plaatsingswijze «haak»

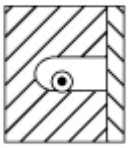


Goot: plaatsingsmateriaal, met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, geopend aan de bovenzijde om de kabels over horizontale trajecten te dragen.

Figuur 2.17. Plaatsingswijze «goot»

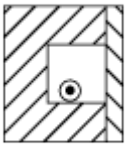
Lijst: plaatsingsmateriaal bestaande uit een basis, voetstuk genoemd, dat gleuven bevat waarin geleiders kunnen geplaatst worden, en dat afgesloten wordt met een afneembaar deksel. Deze kan ter versiering geprofileerd zijn.

Figuur 2.18. Plaatsingswijze «lijst»



Gegroefde plinten of lijsten: plint (of lijst) met gleuven waarin geleiders of eventueel kabels kunnen geplaatst worden en die afgesloten worden met een afneembaar deksel.

Figuur 2.19. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten»

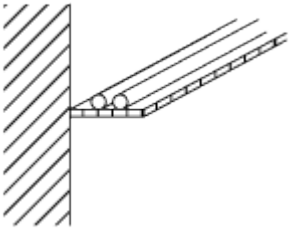


Gleuf: lange smalle inkerving aangebracht in een materiaal en bereikbaar over haar totale lengte.

Groef: lange smalle opening aangebracht in een bouwmateriaal, teneinde er buizen of bepaalde typen van elektrische leidingen in te plaatsen en die na het plaatsen weer afgedicht wordt.

Kraagstuk: plaatsingsmateriaal bestaande uit een in een verticale wand aangebrachte doorlopende horizontale steun, waarop de kabels gelegd worden.

Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kraagstuk»



Holle constructieruimte: ruimte tussen de wanden van gebouwen en slechts op bepaalde plaatsen toegankelijk (tussen muren, achter normale lijsten, tussen wanden, vloeren en plafonds).

Aan de wand bevestigde elektrische leiding: aan een wand of er vlak naast geplaatste elektrische leiding, waarbij de wand dienst doet als bevestigingsmiddel en eventueel een bescherming vormt.

Hoofdstuk 2.8. Materieel

Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen

Elektrische machine of elektrisch toestel: apparaat dat dient voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie.

Elektrisch materieel: de elektrische machines, toestellen en leidingen.
Een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen conform de normen voor apparatuur onder omhulsel, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het Bureau voor Normalisatie (NBN) wordt eveneens als elektrisch materieel aanzien.

Laagspanningsschakel- en verdeelinrichting: combinatie van één of meerdere laagspanningsverbindingstoestellen met bijbehorend materieel voor besturing, meting, signalering, beveiliging, regeling..., volledig samengebracht, met al hun inwendige elektrische en mechanische verbindingen en hun structuurelementen.

Schakelinrichtingssysteem: volledige reeks mechanische en elektrische componenten (omhulsels, railstellen, functionele eenheden, …) zoals beschreven door de oorspronkelijke fabrikant, die aan de hand van de aanwijzingen van de oorspronkelijke fabrikant in elkaar worden gezet om schakelinrichtingen te produceren.

Steunen voor ontladingslampen: staven en bevestigingsbeugels die bestemd zijn om lampen of buizen te dragen. De delen die dienen als steun voor de voeding van de lampen zijn evenwel uitgesloten.

Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine: elektrische machine die of elektrisch toestel dat verplaatst wordt tijdens zijn werking, of, wanneer het verbonden is met een voedingsstroombaan, gemakkelijk kan verplaatst worden, hetzij door eigen middelen, hetzij door de gebruiker en dit ongeacht of het toestel of de machine onder spanning staat of niet.

Draagbaar toestel of draagbare machine: verplaatsbaar toestel dat of verplaatsbare machine die werd opgevat, om tijdens het normaal gebruik, met de hand te worden gedragen en waarvan de werking de voortdurende manuele tussenkomst ter ondersteuning of geleiding vereist.

Vast toestel of vaste machine: toestel dat of machine die op een vaste plaats werd opgesteld of niet gemakkelijk kan verplaatst worden.

Vast opgesteld toestel of vast opgestelde machine: elektrische machine die of elektrisch toestel die vast verzegeld is of opgesteld werd en dit op een welbepaalde plaats.

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine met vaste standplaats: vast toestel dat of vaste machine die niet behoort tot de vast opgestelde toestellen. Het zijn elektrische machines of toestellen zoals een keukenfornuis, koelkast, afwasmachine en dergelijke die toevallig verplaatst worden bijvoorbeeld bij het reinigen van het lokaal waar ze staan opgesteld. Een elektrische radiator voorzien van wielen of een verplaatsbare lamphouder zijn echter als verplaatsbare toestellen te beschouwen.

Trolley: een hulpmiddel dat de elektrische voeding van een verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine via sleepcontacten mogelijk maakt.

Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing

Omnipolaire onderbreking: onderbreking van alle actieve geleiders van een stroombaan, de nulgeleider inbegrepen.

Veiligheidsonderbreking: maatregelen tot scheiding bij niet-automatische sturing, die worden aangewend om het gevaar voor personen die werken aan elektrisch gevoede machines of toestellen te vermijden of uit te schakelen.

Scheider: systeem bestemd om een ganse installatie of een gedeelte ervan spanningsloos te stellen door de installatie te scheiden van iedere elektrische energiebron. Op deze wijze wordt de veiligheid van personen verzekerd die werken aan of in de nabijheid van delen die een gevaar betekenen bij rechtstreekse aanraking.

Scheiding voor mechanisch onderhoud: systeem bestemd om de voeding van gedeelten van het elektrisch gevoed materieel te onderbreken. Dit wordt verwezenlijkt om ongevallen te voorkomen die weliswaar niet te wijten zijn aan elektrische schokken of boogontladingen maar die bij het niet-elektrisch onderhoud zouden kunnen voorkomen.

Elektrische noodafschakeling: systeem bestemd om zo spoedig mogelijk de gevaren uit te schakelen die onvoorzien kunnen optreden. Wanneer deze maatregel wordt getroffen om een gevaarlijke beweging te stoppen wordt deze *noodstop* genoemd.

Functionele bediening: systeem bestemd om het sluiten, openen of regelen van de elektrische voeding te verzekeren. Dit kan geschieden voor een gedeelte van de elektrische installatie, een elektrisch gebruikstoestel of een elektrische machine teneinde op deze wijze de bediening voor normale werking te verwezenlijken.

Handbediening: sturing van een werkingsgang door rechtstreekse menselijke tussenkomst.

Automatische sturing: sturing van een werkingsgang verwezenlijkt zonder menselijke tussenkomst op het ogenblik dat vooraf bepaalde voorwaarden vervuld zijn.

Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden

Afdeling 2.10.1. Algemeenheden

De classificatie van uitwendige invloeden vormt een zo volledig mogelijke inventaris van alle uitwendige omstandigheden die een invloed kunnen hebben op de elektrische installatievoorschriften.

Om de classificatie van de verschillende parameters te vergemakkelijken, werd een alfanumerieke code opgesteld.

De verschillende parameters van uitwendige invloeden zijn volgens hun rol ingedeeld in 3 grote categorieën:
- de *omgevings*omstandigheden die onafhankelijk zijn van de aard van de installaties en van de ruimten en betrekking hebben op uitwendige verschijnselen afkomstig van de atmosfeer, het klimaat, de omgevingstoestand en andere omstandigheden in de ruimte waar de elektrische installatie zich bevindt;
- de *gebruiks*omstandigheden van de betrokken ruimten en van de elektrische installaties zelf;
- de gevolgen van de *bouwwijze van de gebouwen*, hun structuur en de aard van de gebruikte materialen.

Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden

Eerste letter van de code	*Categorie*
A	Omgevingsomstandigheden
B	Gebruik
C	Constructie van de gebouwen

Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA)

Om de uitwendige invloed *"omgevingstemperatuur"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 6, zoals aangeduid in *tabel 2.6*.

Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA1	Uiterst koud	-60 °C tot +5 °C	Diepvriesruimten …
AA2	Zeer koud	-40 °C tot +5 °C	Koelruimten …
AA3	Koud	-25 °C tot +5 °C	Openlucht omgeving …
AA4	Gematigd	-5 °C tot +40 °C	Gematigde omgeving …
AA5	Warm	+5 °C tot +40 °C	Ingesloten lokalen …
AA6	Zeer warm	+5 °C tot +60 °C	Ketelhuizen, machinezalen …

Onder bijzondere voorwaarden mag een andere code gebruikt worden, zie *tabel 2.7*.

Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA7	Koud	-15 °C tot +25 °C	Buiten de lokalen …
AA8	Gematigd	+5 °C tot +30 °C	Gewoonlijk verwarmde lokalen …

Een lokaal of een plaats kan gekarakteriseerd worden door samenstelling van 2 of 3 temperatuurklassen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor installaties in openlucht: AA3+5 (-25 °C tot +40 °C) en voor gieterijen: AA4+6 (-5 °C tot +60 °C).

Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD)

Om de uitwendige invloed *"aanwezigheid van water"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AD* gevolgd door een cijfer van 1 tot 8, zoals aangegeven in *tabel 2.8*.

Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AD1	Te verwaarlozen aanwezigheid van water	Over het algemeen geen sporen van vochtigheid	Droge ruimten, bv. woonkamers, kamers, burelen ...
AD2	Tijdelijk vochtig	Verticaal vallende waterdruppels. Toevallige vorm van condensatie van vocht of toevallige aanwezigheid van waterdamp	Tijdelijk vochtige ruimten, bv. bepaalde keukens, kelders, overdekte terrassen, wc's, individuele garages ...
AD3	Vochtig	Vloeien van water langs wanden of over vloeren. Besprenkeling met water. Water in de vorm van regen (max. 60° t.o.v. de verticale)	Vochtige ruimten, bv. vuilnislokalen, bijstations van stoom of warm water ...

AD4	Nat	Vloeien en spatten van water in alle richtingen	Natte ruimten, bv. werven, sauna's, koelkamers ...
AD5	Besproeid	Waterstralen onder druk en in alle richtingen	Blootgestelde ruimten bv. stortbaden, stallen, slagerijen ...
AD6	Inwerking van watermassa's	Wassen met waterstraal en watermassa's	Pieren, kaaien, stranden …
AD7	Overstroomd	Diepte van het water $\leq$ 1 m.	Ondiepe baden, bijvoorbeeld deze van fonteinen …
AD8	Ondergedompeld	Diepte van het water > 1 m.	Diepe baden …

Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van vreemde vaste lichamen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AE* gevolgd door een cijfer van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.9*.

Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*
AE1	Grote afmetingen
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm
AE3	Kleinste afmeting 1 mm
AE4	Stofdeeltjes

Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AF* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.10*.

Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF)

Code	*Corrosieve en vervuilende stoffen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AF1	Verwaarloosbaar	Geen enkele invloed van corrosieve of vervuilende stoffen zowel door hun aard als door hun eigenschappen	Huishoudelijke lokalen, voor publiek toegankelijke lokalen, en in het algemeen alle lokalen waarin chemische of corrosieve stoffen noch bewerkt noch opgeslagen worden …
AF2	Van atmosferische oorsprong	Nabijheid van de zee of van bedrijven die belangrijke hoeveelheden vervuilende stoffen voortbrengen	Gebouwen in de nabijheid van scheikundige bedrijven, cementfabrieken ...
AF3	Afwisselend of toevallig	Kortstondige of toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik	Fabriekslaboratoria, onderwijslaboratoria, garages, ketelhuizen ...
AF4	Bestendig	Bestendige inwerking van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten	Scheikundige industrieën, industrieën waarin gebruik gemaakt wordt van scheikundige of corrosieve producten (verven, verchromen, koolwaterstoffen, kunststoffen...) …

Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG)

Om de uitwendige invloed *"mechanische belastingen veroorzaakt door schokken"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AG* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3 overeenkomstig hetgeen volgt:

- *AG1:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 1 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-4. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor huishoudelijk en daarmee gelijkgesteld gebruik.
- *AG2:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 6 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-7. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.
- *AG3:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 60 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-11. Dergelijke belasting bestaat in zware gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.

Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Om de uitwendige invloed "*mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen" aan te duiden* wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AH* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.11*.

Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Code	*Trillingen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AH1	Zwak	Geen enkele trilling	Huishoudelijke lokalen en, in het algemeen, vast materieel zonder motor …
AH2	Middelmatig	Zwakke trillingen	Materieel dat motoren of bewegende delen bevat …
AH3	Belangrijk	Belangrijke trillingen	Nabijheid van trilzeven of triltoestellen …

Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming en fauna"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AK* respectievelijk *AL* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.12*.

Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Code	*Flora en fauna*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming			
AK1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de flora of aan schimmels
AK2	Mogelijk	Speciale bescherming	Schadelijke of overmatige ontwikkeling van planten
Aanwezigheid van fauna			
AL1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de fauna
AL2	Mogelijk	Speciale bescherming	Aanwezigheid van insecten, dieren of vogels in schadelijke hoeveelheden of van agressieve aard

Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Om de uitwendige invloed "*elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AM* gevolgd door een cijfer van 1 tot 6, zoals aangegeven in *tabel 2.13*.

Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Code	*Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden*
AM1	Afwezigheid van schadelijke invloeden veroorzaakt door zwerfstromen, elektromagnetische stralingen, ioniserende stralingen of inductiestromen
AM2	Schadelijke aanwezigheid van zwerfstromen
AM3	Schadelijke aanwezigheid van elektromagnetische stralingen
AM4	Schadelijke aanwezigheid van ioniserende stralingen
AM5	Schadelijke elektrostatische invloeden
AM6	Schadelijke aanwezigheid van inductiestromen

Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN)

Om de uitwendige invloed "*zonnestraling"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AN* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.14*.

Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN)

Code	*Zonnestraling*
AN1	Te verwaarlozen
AN2	Schadelijke zonnestraling door de duur of intensiteit

Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA)

Om de uitwendige invloed "*bekwaamheid van personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 5, zoals aangegeven in *tabel 2.15*.

Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA)

Code	*Bekwaamheid van personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BA1	Gewone	Niet hieronder geclassificeerde personen	Lokalen voor huishoudelijk of analoog gebruik, lokalen gewoonlijk toegankelijk voor het publiek ...
BA2	Kinderen	Kinderen die zich bevinden in de voor hen bestemde lokalen	Kinderbewaarplaatsen en kinderkribben ...
BA3	Gehandicapten	Personen die niet over al hun fysische of geestelijke vermogens beschikken	Rusthuizen voor invaliden, ouderlingen of mentaal gehandicapten ...
BA4	Gewaarschuwden	Personen die: – ofwel voldoende onderricht werden aangaande de elektrische risico's verbonden aan de hen toevertrouwde werkzaamheden; – ofwel permanent worden bewaakt door een vakbekwaam persoon (BA5) tijdens de hen toevertrouwde werkzaamheden, teneinde de aan elektriciteit verbonden risico's tot een minimum te herleiden	Uitbatings- of onderhoudspersoneel van elektrische installaties ...
BA5	Vakbekwamen	Personen die via kennis, verkregen door opleiding of ervaring, de gevaren verbonden aan de uit te voeren werkzaamheden zelf kunnen inschatten en de maatregelen kunnen bepalen om de daaruit voortvloeiende specifieke risico's te elimineren of tot een minimum te beperken	Ingenieurs en technici belast met de uitbating van elektrische installaties ...

Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Om de uitwendige invloed "*huidvochtigheid*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BB* gevolgd door een cijfer van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.16*.

Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie
BB2	Natte huid
BB3	In water ondergedompelde huid

Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Om de uitwendige invloed "*aanraking van het aardpotentiaal door personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BC* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.17*.

Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Aanraking van het aardpotentiaal door personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BC1	Geen	Personen die zich op niet-geleidende plaatsen of in niet-geleidende ruimten bevinden	Lokalen met geïsoleerde vloer en wanden die geen enkel geleidend deel bevatten
BC2	Zwak	Personen die in normale omstandigheden niet in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden isolerend of geïsoleerd zijn en weinig geleidende delen bevatten zoals bijvoorbeeld: kamers, woonkamers, kantoren ...
BC3	Veelvuldig	Personen die veelvuldig in aanraking komen met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden geleidend zijn en vele geleidende delen bevatten ...

BC4	Voortdurend	Personen die voortdurend in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal en voor wie de bewegingsvrijheid meestal beperkt is	Geleidende afgesloten ruimten zoals metalen vaten, stoomketels en metalen vergaarbakken ...

Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Om de uitwendige invloed "*mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BD* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.18*.

Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Code	*Ontruimingsmogelijkheden*	*Voorwaarden*		*Voorbeelden*
		Bezettingsgraad	*Ontruimingsvoorwaarden*	
BD1	Normaal	Zwak	Gemakkelijk	Woonhuizen met een hoogte kleiner dan 25 m …
BD2	Lang	Zwak	Moeilijk	Gebouwen hoger dan of gelijk aan 25 m …
BD3	Overbezet	Groot	Gemakkelijk	Gebouwen, voor het publiek toegankelijk …
BD4	Lang en overbezet	Groot	Moeilijk	Gebouwen, hoger dan 25 m en voor het publiek toegankelijk …

Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Om de uitwendige invloed "*aard van de behandelde of opgeslagen goederen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BE* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.19*.

Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Code	*Aard van behandelde of opgeslagen goederen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BE1	Verwaarloosbaar risico	Afwezigheid of te verwaarlozen aanwezigheid van ontvlambare of ontplofbare stoffen of van stoffen die kunnen bezoedelen	Lokalen voor huishoudelijk gebruik…
BE2	Brandgevaar	Opslag of behandeling van brandbare materialen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt boven 55 °C	Schuren, schrijnwerkerijen, papierfabrieken, ketelhuizen, parkings, bibliotheken, archiefzalen, opslagmagazijnen ...
BE3	Ontploffingsgevaar	Opslag of behandeling van ontplofbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt kleiner dan of gelijk aan 55 °C evenals de aanwezigheid van stof dat ontplofbaar is	Raffinaderijen, koolwaterstofdepots, brandstofdepots, munitiedepots, bepaalde plastiekfabrieken …
BE4	Gevaar voor bezoedeling	Aanwezigheid van niet-beschermde voedingswaren, van farmaceutische producten, breken van lampen	Voedingsindustrieën, grote keukens, farmaceutische industrieën en laboratoria …

Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA)

Om de uitwendige invloed "*bouwmaterialen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CA* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.20*.

Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA)

Code	*Bouwmaterialen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CA1	Niet-brandbaar materiaal	-	-
CA2	Brandbaar materiaal	Gebouwen hoofdzakelijk opgetrokken uit brandbare materialen	Houten gebouwen ...

Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB)

Om de uitwendige invloed "*structuur van de gebouwen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CB* gevolgd door een cijfer, gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.21.*

Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB)

Code	*Structuur van gebouwen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CB1	Verwaarloosbare risico's	Klassieke en stabiele constructies	-
CB2	Verspreiding van het vuur	Gebouwen waarvan de vorm en de afmetingen de verspreiding van vuur kunnen bevorderen	Hoge gebouwen Gebouwen met minstens een compartiment met een oppervlakte: – hetzij groter dan 2500 m² op een niveau; – hetzij groter dan 1250 m² op twee niveaus. …
CB3	Bewegend	Risico's te wijten aan de bewegingen van de constructie	Gebouwen met grote lengte of opgetrokken op niet-gestabiliseerde terreinen zodat verplaatsingen tussen verschillende gedeelten van het gebouw of tussen de grond en het gebouw mogelijk worden …
CB4	Instabiel of buigzaam	Zwakke constructies of deze die onderworpen kunnen worden aan bewegingen of schommelingen	Tenten, valse zolderingen verplaatsbare schotten, opblaasbare constructies …

Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle

Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties

Werkzaamheden: elke vorm van werkzaamheden die met een elektriciteitsgevaar gepaard gaan. Dit kunnen zowel elektrische en niet-elektrische werkzaamheden als exploitatiewerkzaamheden zijn.

Elektrische werkzaamheden: werkzaamheden aan, met of in de omgeving van een elektrische installatie (zoals proefnemingen, metingen, herstellingen, schoonmaken van elektrische delen, vervangingen, wijzigingen, uitbreidingen en onderhoud...) en die rechtstreeks betrekking hebben op de elektrische installatie.

Niet-elektrische werkzaamheden: werkzaamheden in de omgeving van een elektrische installatie (zoals grond-, bouw-, snoei-, reinigings-, schilderwerkzaamheden...) en die geen rechtstreekse betrekking hebben op de elektrische installatie.

Exploitatiewerkzaamheden: bedienings-, besturings- en controlewerkzaamheden aan de elektrische installaties.

Bedienings- en besturingswerkzaamheden: bediening en besturing hebben als doel de elektrische toestand van een elektrische installatie te wijzigen, om een uitrusting te gebruiken, om uitrustingen aan te sluiten, af te koppelen, in werking te stellen of stil te leggen. Hierbij behoren eveneens het afschakelen en opnieuw inschakelen van installaties ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden.

Controlewerkzaamheden: de controles kunnen bestaan uit:
- visuele controles;
- beproevingen;
- metingen.

Controles hebben tot doel de configuratie, de staat van onderhoud of de conformiteit van een elektrische installatie na te gaan.

De beproevingen omvatten alle activiteiten die bedoeld zijn om de werking of de elektrische, mechanische of thermische toestand van een elektrische installatie te verifiëren. De beproevingen omvatten verder ook de activiteiten die bestemd zijn om, bijvoorbeeld, de doelmatigheid van de elektrische beveiligingen en de veiligheidskringen te beproeven.

Metingen omvatten alle activiteiten bestemd om fysische grootheden te meten in een elektrische installatie.

Werkzaamheden onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in aanraking komt met blanke delen onder spanning of in de zone onder spanning binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen of uitrustingen.

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in de nabijheidszone binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen of uitrustingen, zonder evenwel in de zone onder spanning binnen te dringen.

Werkzaamheden buiten spanning: werkzaamheden op elektrische installaties die noch onder spanning, noch elektrisch geladen zijn en die uitgevoerd worden nadat alle maatregelen ter voorkoming van elektriciteitsrisico genomen zijn.

Werkverantwoordelijke: persoon aangeduid om de leiding van de werkzaamheden op zich te nemen.

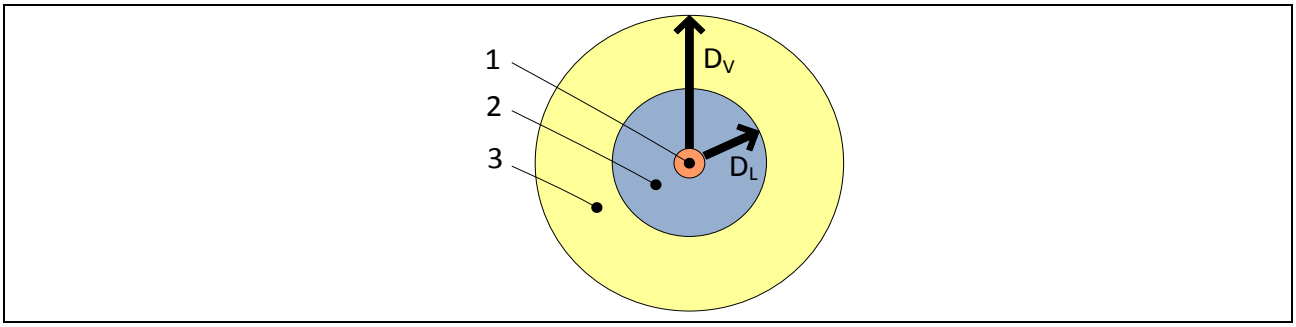
Installatieverantwoordelijke: persoon aangeduid om de verantwoordelijkheid voor de exploitatie van de elektrische installatie op zich te nemen. Indien nodig kan die verantwoordelijkheid gedeeltelijk op andere personen worden overgedragen.

Werkzone: ruimte waarbinnen de werkzaamheden uitgevoerd worden.

Nabijheidszone: een begrensde ruimte rondom de zone onder spanning zoals bepaald in de drie onderstaande afbeeldingen en in onderstaande tabel.

Zone onder spanning: een begrensde ruimte rondom de blanke actieve delen onder spanning zoals bepaald in de *figuren 2.21.* t.e.m. *2.23.* en in *tabel 2.22.*

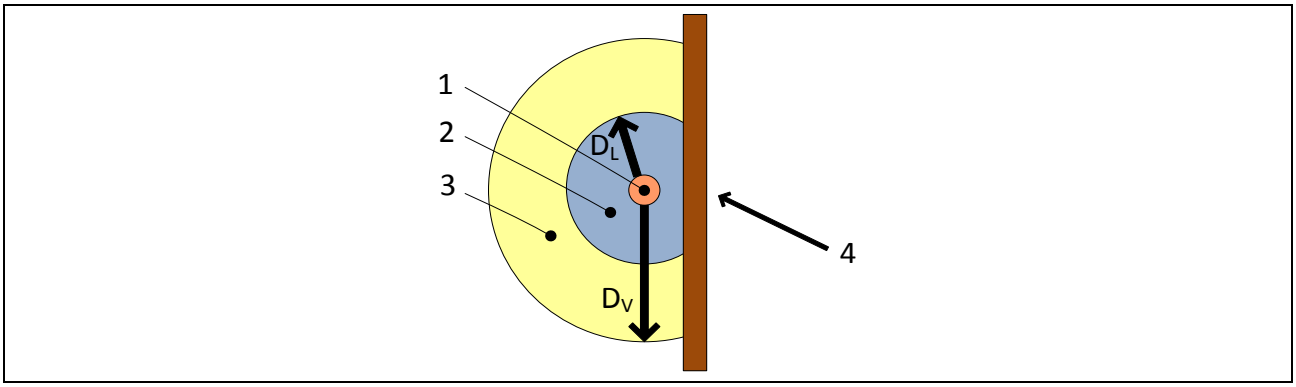
Figuur 2.21. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

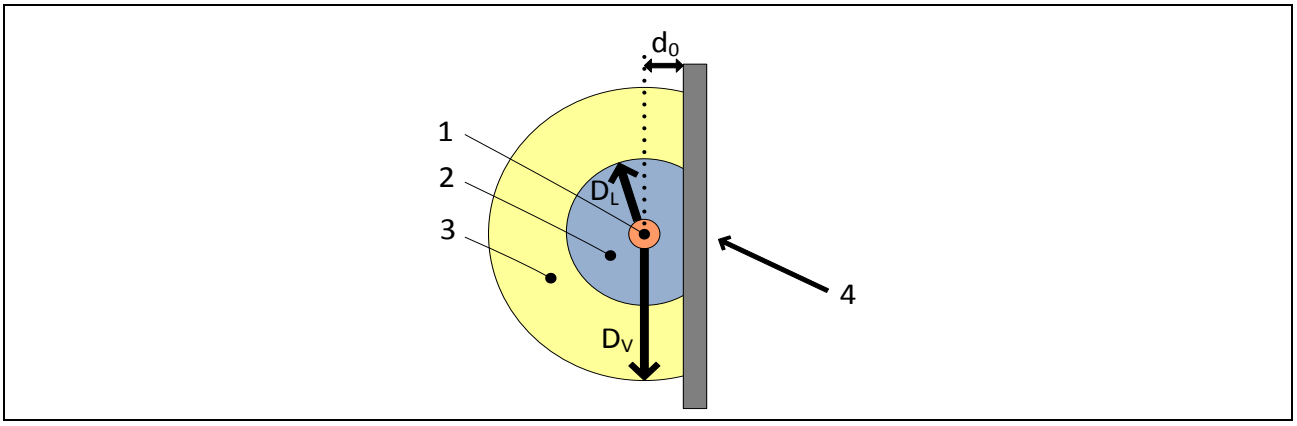
Figuur 2.22. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende beschermingsinrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de isolerende beschermingsinrichting dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Figuur 2.23. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de geaarde metalen beschermingrichting, die integraal deel uitmaakt van de elektrische installatie, dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

d_0: minimumafstand volgens *onderafdeling 5.1.3.2.*
D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V

Nominale netspanning U_N [kV] (effectieve waarde)	Afstand D_L die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft [mm]	Afstand D_V die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft [mm]
≤1	geen aanraking	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
…	Voor hogere waarden, zie *Boek 2*	

Opmerking 1: de tussenwaarden van D_L en D_V kunnen door lineaire interpolatie worden berekend.
Opmerking 2: voor gelijkspanningsinstallaties wordt aanbevolen om dezelfde afstanden te gebruiken onder verwijzing naar de nominale spanningswaarden van het net.

Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties

Erkend organisme: keuringsinstelling belast met de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en met de controlebezoeken van de elektrische installaties.

Agent-bezoeker: de persoon, beschikkend over een bevoegdheidsverklaring van een erkend organisme, die de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of de controlebezoeken uitvoert.

Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname: gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.4.*

Controlebezoek: controle van de elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.5*.

Ingebruikname: de eerste terbeschikkingstelling van een elektrische installatie voor bedrijfsdoeleinden.

Belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging of uitbreiding van een elektrische installatie die een bijkomende impact (nog niet afgedekt door een gelijkvormigheidscontrole) op de veiligheid van personen of goederen heeft.

Voorbeelden van belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging van het aardverbindingssysteem, overschrijding van het toegelaten kortsluitvermogen voor het geïnstalleerd materieel, niet-identieke vervanging van een schakel- en verdeelbord, toevoeging van een kring in een huishoudelijke installatie, …

Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

Schema: grafische voorstelling die met behulp van lijnen en symbolen overzichtelijk weergeeft op welke wijze de verschillende delen van een installatie en onderdelen daarvan met elkaar samenhangen.

Plan: grafische voorstelling die op schaal de geografische plaats van de verschillende delen van een installatie en onderdelen daarvan weergeeft.

Functioneel schema of blokschema: schema dat de globale werking van de installatie of van onderdelen daarvan weergeeft evenals hun functionele verbondenheid.

Stroombaanschema: ééndraads- of meerdraadsschema dat de elementaire stroombanen, hun onderlinge verbindingen en het elektrisch materieel weergeeft die samen de elektrische installatie of een installatieonderdeel vormen en dat de samenstelling en de kenmerken ervan geeft.

Uitvoeringsschema: schema dat de montage en de aansluiting van de verschillende installatieonderdelen weergeeft.

Situatieplan: plan dat de plaats aangeeft van de verschillende installatieonderdelen.

Situatieplan van de aardverbindingen: plan dat de plaats aangeeft van de aardverbindingen.

Samenstellingsplan van een uitrusting: plan dat de plaats aangeeft van de verschillende samenstellende delen binnen een uitrusting (schakel- en verdeelborden, elektrische machines, cellen, …).

Document van de uitwendige invloeden: document dat de uitwendige invloeden aangeeft die in de verschillende ruimten in beschouwing te nemen te zijn.

Zoneringsplan: plan dat de ruimten aangeeft waar een ontploffingsgevaar kan bestaan. Deze ruimten zijn in overeenstemming met de voorschriften van dit Boek ingedeeld in verschillende zones.

Zoneringsverslag: document dat de gegevens vermeldt waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Evacuatieplan: plan dat de indeling en de bestemming van de ruimten, de situering van de compartimentsgrenzen, de ligging van de ruimten met een verhoogd brandgevaar, de ligging van de uitgangen, nooduitgangen en verzamelplaatsen na evacuatie en het tracé van de evacuatiewegen aangeeft.

Lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten: lijst die de ruimten aangeeft waarvan hun evacuatie door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden.

Plan van de veiligheidsinstallaties: plan dat de lokalen en de compartimenten toont en weergeeft:
- de plaats van de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de plaats van de veiligheidsstroombanen;
- de plaats van de veiligheidsverbruikers;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de veiligheidsstroombanen per compartiment.

Plan van de kritische installaties: plan dat de lokalen toont en weergeeft:
- de plaats van de kritische stroombanen;
- de plaats van de kritische verbruikers;

en als bijzondere maatregelen van toepassing zijn in geval van het uitvallen van de normale bron en/of brand:
- de plaats van de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de kritische stroombanen per compartiment.

De kritische installaties mogen op het plan van de veiligheidsinstallaties weergegeven worden op voorwaarde dat de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties aangeduid zijn op dit plan zodat iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

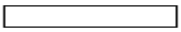
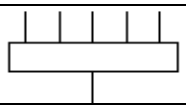
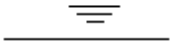
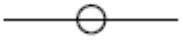
Lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties: lijst die aangeeft:
- de type van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker en/of elke kritische verbruiker (indien van toepassing voor de kritische verbruikers);
- de genomen maatregelen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

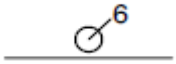
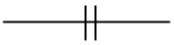
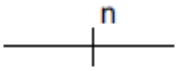
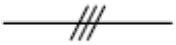
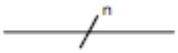
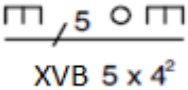
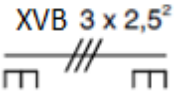
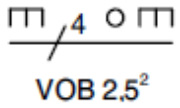
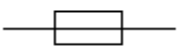
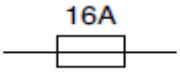
Plan van de ondergrondse leidingen (kabelplan): plan dat de plaats aangeeft van de ondergrondse elektrische leidingen.

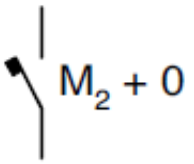
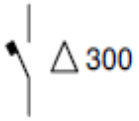
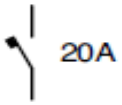
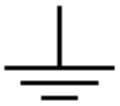
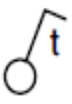
Hoofdstuk 2.13. Grafische symbolen

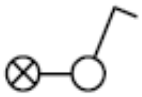
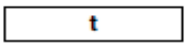
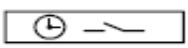
De symbolen die gebruikt moeten worden om het eendraadsschema en het situatieplan van een huishoudelijke elektrische installatie op te stellen worden gegeven in *tabel 2.23.*

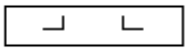
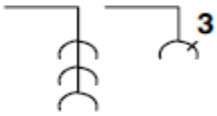
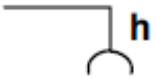
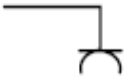
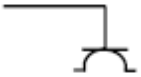
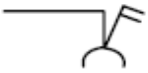
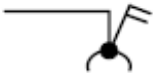
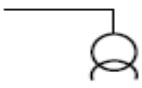
Tabel 2.23. Grafische symbolen

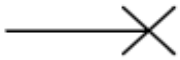
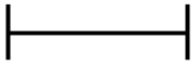
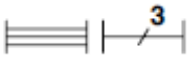
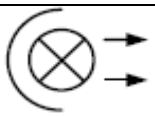
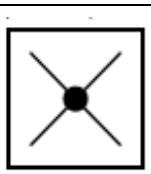
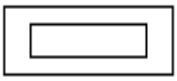
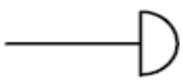
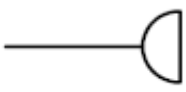
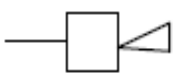
A. Algemeenheden ***Beschrijving***	***Symbool***
Gelijkstroom	
Wisselstroom (algemeen symbool)	
Eenfasige wisselstroom	
Driefasige wisselstroom	
B. Elektrische toestellen ***Beschrijving***	***Symbool***
Algemene voorstelling van een schakel- en verdeelbord	
Voorbeeld van een schakel- en verdeelbord met 5 elektrische leidingen	
Doos, in bouwdoos Algemeen symbool	
Verbindingsdoos, aftakdoos, aansluitdoos	
Aftakkast	
Aardingsonderbreker	
C. Leidingen ***Beschrijving***	***Symbool***
Elektrische leiding Algemeen symbool	
Ondergrondse elektrische leiding	
Elektrische luchtleiding	
C. Leidingen	***Symbool***

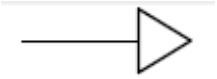
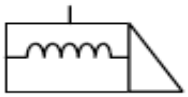
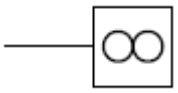
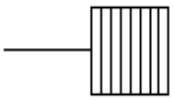
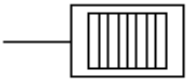
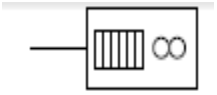
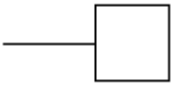
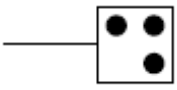
Beschrijving	
Elektrische leiding in een buis	
Voorbeeld van een bundel van zes buizen	
Elektrische leiding in een wand	
Elektrische leiding op een wand	
Elektrische leiding geplaatst in een buis in een wand	
Twee elektrische leidingen	
n elektrische leidingen	
Elektrische leiding met 3 geleiders	
Elektrische leiding met n geleiders Opm: n geeft altijd het totaal geleiders, inbegrepen de eventuele nulgeleider en de beschermingsgeleider	
Voorbeelden:	
XVB-kabel met 5 geleiders (inbegrepen de eventuele nul-geleider en de beschermingsgeleider) van 4 mm² geplaatst in een buis in een wand	
XVB-kabel met 3 geleiders van 2,5 mm² op een wand	
4 VOB-geleiders waarvan de geleiders een doorsnede van 2,5 mm² hebben. Het geheel is geplaatst in een buis in een wand	
D. Beschermingstoestellen ***Beschrijving***	***Symbool***
Smeltveiligheid	
Smeltveiligheid met een nominale stroomsterkte van 16 A	

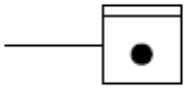
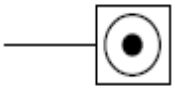
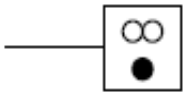
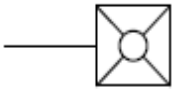
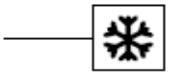
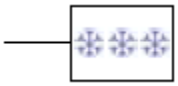
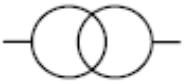
D. Beschermingstoestellen *Beschrijving*	*Symbool*
Automatische schakelaar of uitschakelaar. De hoofdletters naast dit teken, geven de werkingswijze van de uitschakelaar aan. Men gebruikt voor dit doel: • de letter M voor het uitklinkmechanisme werkende bij maximumstroom; • de letter O voor het uitklinkmechanisme werkende bij gebrek aan spanning; • de letter Δ voor de differentieel-aardschakelaar met intensiteitsrelais. Als de uitschakelaar voorzien is van verscheidene uitklink-mechanismen die onder verschillende omstandigheden werken, scheidt men de overeenkomende opschriften door het teken + (het aantal polen, beschermd door de uit-klinkmechanismen, wordt als kenmerk aangegeven).	
Voorbeeld : Driepolige uitschakelaar voorzien van 2 uit-klinkmechanismen werkende bij gebrek spanning.	
Differentieelstroominrichting (ΔIn=300mA)	
Kleine automatische schakelaar, In=20 A	
Aardelektrode, aarding	
E. Schakelaars *Beschrijving*	*Symbool*
Schakelaar Algemeen symbool	
Schakelaar met verklikkerlamp. De lamp brandt altijd en dient om de schakelaar in het duister terug te vinden	
Eenpolige schakelaar met vertraagde opening	
Tweepolige schakelaar	
Driepolige schakelaar	

E. Schakelaars *Beschrijving*	*Symbool*
Eenpolige omschakelaar (dubbele aansteking: om twee stroombanen afzonderlijk te sluiten of te openen op een enkele plaats)	
Eenpolige wisselschakelaar (dubbele richting: om een stroombaan te sluiten of te openen op 2 plaatsen)	
Tweepolige wisselschakelaar (dubbele richting)	
Kruisschakelaar (laat toe een stroombaan te sluiten of te openen op een willekeurig aantal plaatsen in combinatie met twee wisselschakelaars op de twee uiteinden)	
Dimmer	
Eenpolige trekschakelaar	
Eenpolige schakelaar met signalisatielamp. De lamp brandt als het toestel, dat door deze schakelaar bediend wordt, werkt	
Drukknop	
Drukknop met verklikkerlamp. Om de drukknop in het duister terug te vinden	
Drukknop met afgeschermde toegang (te breken ruit)	
Minuterie	
Schakelklok, tijdschakelaar	

E. Schakelaars *Beschrijving*	*Symbool*
Impulsschakelaar	
Thermostaat	
Rondecontrole of elektrische slotvergrendelinrichting	
F. Contactdozen ***Beschrijving***	***Symbool***
Contactdoos Algemeen symbool	
Meervoudige contactdoos (voor drie stopcontacten)	
Half-waterdichte, waterdichte of hermetische contact-doos	
Contactdoos met contact voor beschermingsgeleider	
Contactdoos met kinderbescherming	
Contactdoos met contact voor beschermingsgeleider en met kinderbescherming	
Contactdoos met tweepolige schakelaar	
Contactdoos met tweepolige vergrendelingschakelaar	
Contactdoos met beschermingstransformator (bijvoor-beeld: stopcontact voor scheerapparaat)	

G. Gebruikstoestellen *Beschrijving*	*Symbool*
Aansluitpunt voor een verlichtingstoestel, voorgesteld met elektrische toevoerleiding. Lichtpunt.	
Aansluitpunt voor wandverlichtingstoestel	
Fluorescentie-armatuur Algemeen symbool	
Armatuur met 3 fluorescerende buislampen	
Projector Algemeen symbool	
Projector met weinig divergerende lichtbundel (spot- of zoeklicht)	
Projector met divergerende lichtbundel (floodlicht, bundellicht)	
Verlichtingsarmatuur met ingebouwde eenpolige schakelaar	
Noodverlichtingstoestel, aangesloten op een veiligheidsstroombaan	
Autonoom noodverlichtingstoestel	
Voorschakeltoestel voor ontladingslamp Wordt enkel gebruikt wanneer dergelijk toestel niet is ingebouwd	
Bel	
Zoemer	
Hoorn	

G. Gebruikstoestellen *Beschrijving*	*Symbool*
Sirene	
Horloge	
Moederklok	
Elektrisch (deur)slot	
Ventilator (voorgesteld met elektrische leiding)	
Verwarmingstoestel	
Verwarmingstoestel met accumulatie	
Verwarmingstoestel met accumulatie en ingebouwde ventilator	
Boiler	
Boiler met accumulatie	
Vast elektrohuishoudelijk toestel Algemeen symbool	
Elektrisch fornuis Elektrische kookplaat	
Microgolven	

G. Gebruikstoestellen *Beschrijving*	*Symbool*
Elektrische oven	
Wasmachine	
Droogkast	
Afwasmachine	
Koelkast	
Diepvriezer	
Motor	
Transformator	
kWh-teller	

Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties

HOOFDSTUK 3.1. ALGEMEENHEDEN 51
Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken 51
Afdeling 3.1.2. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 51
Onderafdeling 3.1.2.1. Algemene voorschriften 51
Onderafdeling 3.1.2.2. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de stroombaanschema's 54
Onderafdeling 3.1.2.3. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de situatieplannen 54
Onderafdeling 3.1.2.4. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de zoneringsplannen en de zoneringsverslagen 55
Afdeling 3.1.3. Markering en aanduiding bij lage en zeer lage spanning 55
Onderafdeling 3.1.3.1. Markering van stroombanen 55
Onderafdeling 3.1.3.2. Markering van elektrisch materieel 55
Onderafdeling 3.1.3.3. Markering van schakel- en verdeelborden 56
HOOFDSTUK 3.2. VOEDING EN STRUCTUREN 56
Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen 56
Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen 56
Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding 56
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net 56
Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net 57
Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net 57
Afdeling 3.2.3. Voeding 58
Afdeling 3.2.4. Indeling van de installaties 58
Onderafdeling 3.2.4.1. Doel 58
Onderafdeling 3.2.4.2. Afwezigheid van elektrische scheiding 58
HOOFDSTUK 3.3. COMPATIBILITEIT 58
Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties 58
Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie 58
Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke 59
HOOFDSTUK 3.4. VEILIGHEIDSINSTALLATIES 59
HOOFDSTUK 3.5. KRITISCHE INSTALLATIES 59

Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden

Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken

De bepaling van de volgende installatiekenmerken worden vastgesteld aan de hand van de vermelde hoofdstukken:

- het doel waarvoor de installatie is ontworpen, de algemene indeling en de voedingsbronnen (zie *hoofdstuk 3.2.*);
- de uitwendige invloeden waaraan de installatie wordt blootgesteld (zie *hoofdstuk 2.10.*);
- de compatibiliteit van elektrisch materieel van de installatie (zie *hoofdstuk 3.3.*);

Met deze kenmerken moet rekening worden gehouden bij het kiezen van beschermingsmaatregelen (zie *deel 4.*), bij de keuze en installatie van het elektrisch materieel (zie *deel 5.*) en de naleving van de bijzondere regels (zie *deel 7.*).

Afdeling 3.1.2. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

De schema's, plannen en documenten bevatten op ondubbelzinnige wijze het nummer, de versie en de datum van de versie.

Onderafdeling 3.1.2.1. Algemene voorschriften

a. Huishoudelijke elektrische installaties

Voor elke nieuwe huishoudelijke elektrische installatie of voor elke belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding van een bestaande huishoudelijke elektrische installatie moet degene of degenen die de installatie hebben uitgevoerd hiervan de eendraadsschema's en de situatieplannen opstellen. De naam, hoedanigheid, BTW-nummer (indien van toepassing) van deze persoon of personen moeten op de eendraadsschema's en de situatieplannen worden vermeld. Het adres van de plaats waar deze elektrische installatie wordt verwezenlijkt, moet ook worden vermeld op de eendraadsschema's en de situatieplannen. Deze perso(o)n(en) evenals het erkend organisme, bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* van dit Boek, moeten bedoelde eendraadsschema's en situatieplannen dateren en ondertekenen. De eigenaar van de elektrische installatie moet ook de eendraadsschema's en de situatieplannen dateren en ondertekenen. Deze schema's en plannen moeten worden bewaard door voornoemd erkend organisme zoals vermeld in *onderafdeling 6.4.6.1.*

De symbolen die gebruikt moeten worden om de eendraadsschema's en de situatieplannen van een huishoudelijke elektrische installatie op te stellen worden gegeven in *hoofdstuk 2.13.*

Voor het eendraadsschema (*figuur 3.1.*): Elke elementaire stroombaan moet met een hoofdletter aangeduid worden. Elk lichtpunt en elke contactdoos moeten genummerd worden in volgorde gezien vanaf de beschermingsinrichting tegen overstroom van de elementaire stroombaan. De spanning en de aard van de stroom worden vermeld op het eendraadsschema.

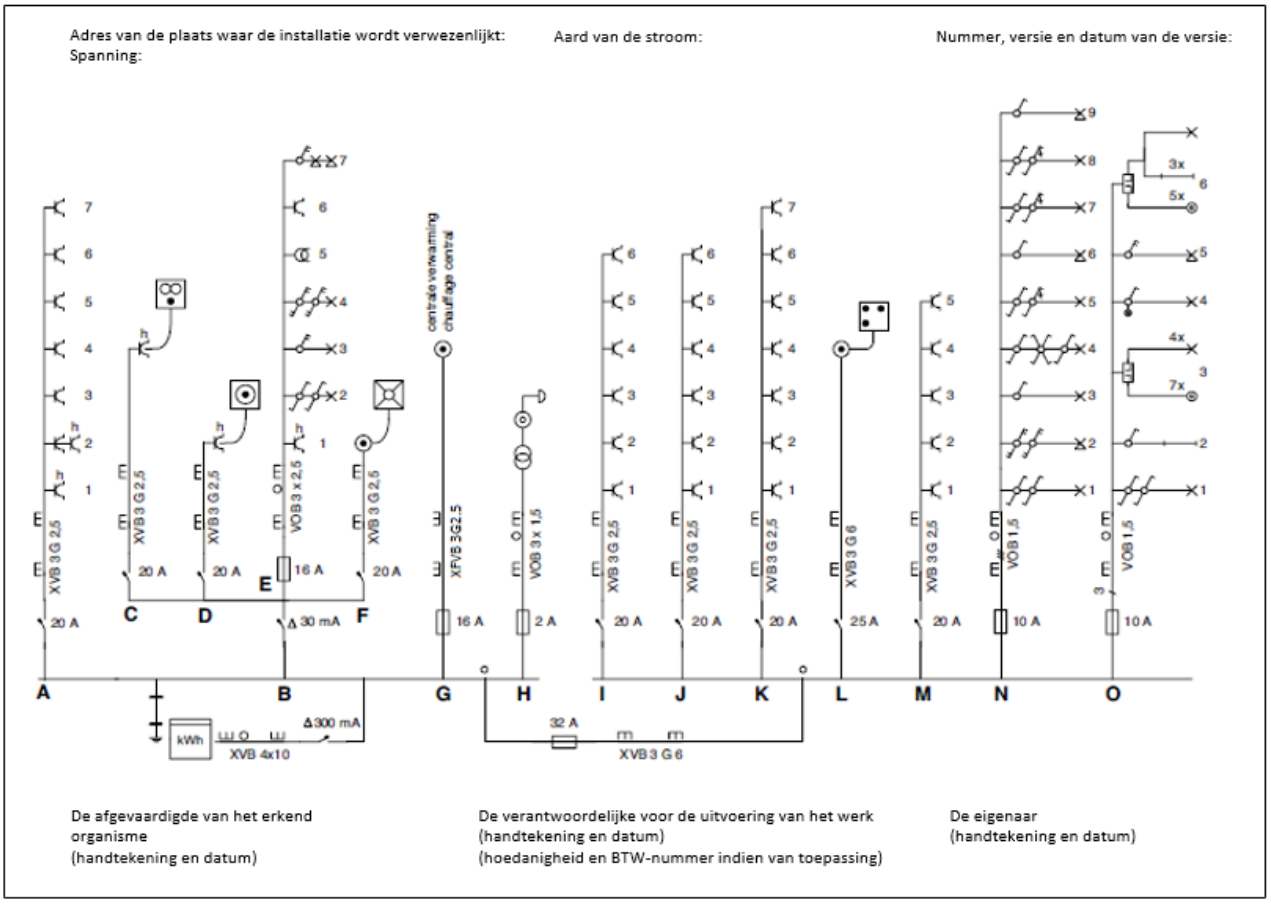
Voor het situatieplan (*figuur 3.2.*): Elk lichtpunt en elke contactdoos moeten gekenmerkt worden door de letter, toegekend aan de elementaire stroombaan waartoe het onderdeel behoort, gevolgd door het nummer dat toegekend werd op het eendraadsschema van de elektrische installatie.
Elke schakelaar moet gekenmerkt worden door de letter van de stroombaan waarvan hij deel uitmaakt, gevolgd door het nummer van het lichtpunt of het toestel dat hij bedient.

In geval van een wijziging of een uitbreiding die niet als belangrijk kan beschouwd worden, is het opstellen van een nieuw eendraadsschema niet verplicht. Een bondige beschrijving van de wijziging of de uitbreiding volstaat. Deze beschrijving, met vermelding van de naam, hoedanigheid en adres van degene of degenen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van het werk, moet door hen gedateerd en ondertekend worden.

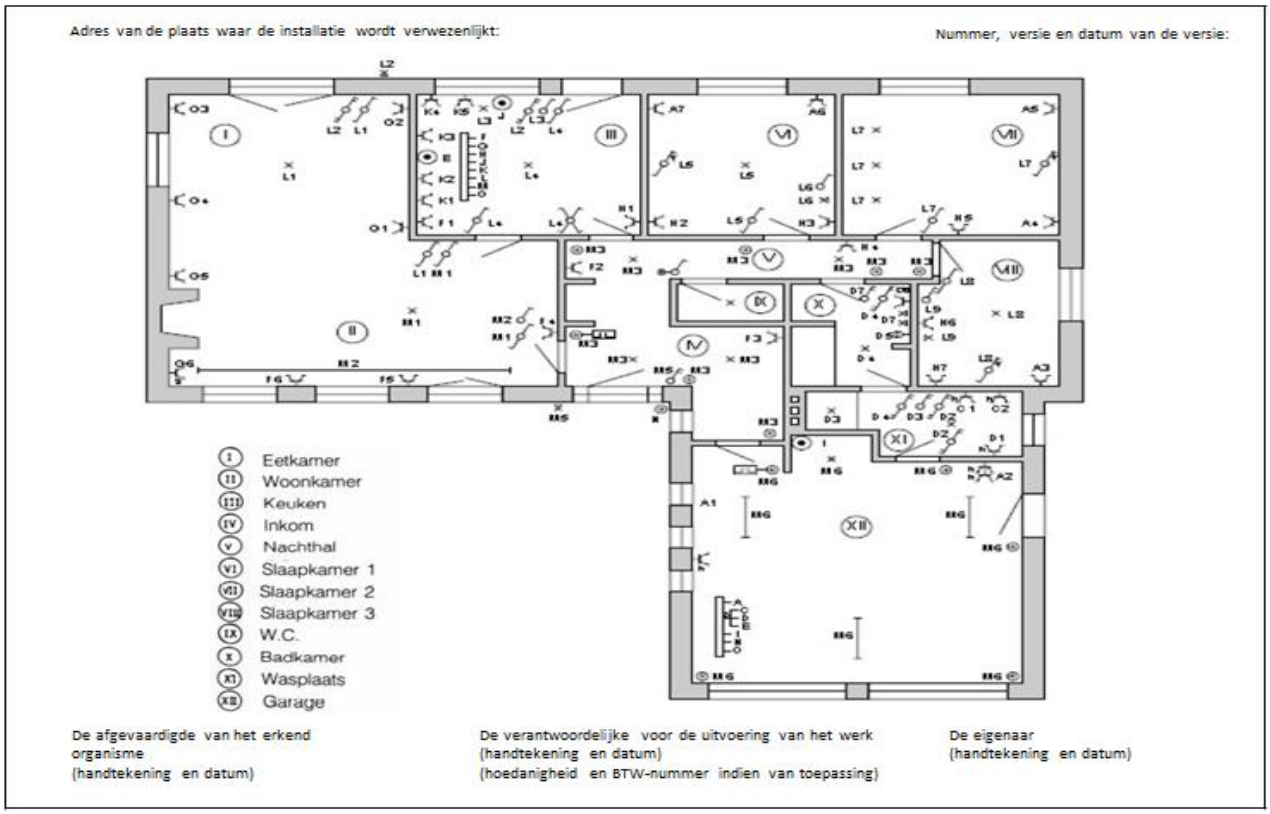
Elke wijziging of uitbreiding van een huishoudelijke elektrische installatie moet aangebracht worden op het situatieplan van de elektrische installatie. Dit schema moet op ieder ogenblik de bestaande toestand van de elektrische installatie weergeven.

Elk oud deel van de elektrische installatie waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen voor 1/10/1981 en vermeld op de eendraadsschema's wordt aangeduid door een kader met de vermelding "oude installatie".

Figuur 3.1. Voorbeeld van een eendraadsschema



Figuur 3.2. Voorbeeld van een situatieplan



Indien van toepassing zijn de eendraadsschema's en situatieplannen aangevuld met een:

- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

De veiligheidsinstallaties en de kritische installaties (voedingen, stroombanen en verbruikers) worden op een duidelijke wijze op de eendraadsschema's weergegeven.

b. Niet-huishoudelijke elektrische installaties

Iedere elektrische installatie maakt het voorwerp uit van een of meerdere:

- stroombaanschema's;
- situatieplannen;
- situatieplannen van de aardverbindingen;
- documenten met de uitwendige invloeden.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's, plannen en documenten aangevuld met een:

- zoneringsplan;
- zoneringsverslag;
- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet hij bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Indien noodzakelijk voor het begrip, de correcte installatie en de veilige uitbating, zijn deze schema's, plannen en documenten aangevuld met:

- functionele schema's;
- uitvoeringsschema's;
- samenstellingsplannen van de uitrustingen.

c. Bijlagen bij schema's, plannen en documenten

De schema's, plannen en documenten kunnen worden aangevuld met documenten die op een meer gedetailleerde wijze de verschillende kenmerken van het elektrisch materieel en/of de producten bevatten.

d. Beschikbaarheid van schema's, plannen, documenten en hun bijlagen

De schema's, plannen, documenten en hun bijlagen beoogd in de *punten a., b. en c.* hierboven zijn geactualiseerd en zijn ter plaatse ter beschikking gehouden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht, controle, onderhoud, herstelling of omvorming van de installatie.

Onderafdeling 3.1.2.2. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de stroombaanschema's

a. Huishoudelijke elektrische installaties

De ééndraadsschema's bevatten ten minste:

- de kenmerken van de elektrische leidingen: type, doorsnede, aantal geleiders;
- de plaatsingswijze van de elektrische leidingen;
- het type en de kenmerken van de differentieelstroominrichtingen;
- het type en de kenmerken van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- de schakelaars;
- de verbindingsdozen;
- de aftakdozen;
- de contactdozen;
- de lichtpunten;
- de vaste machines en toestellen.

b. Niet-huishoudelijke elektrische installaties

De stroombaanschema's en/of hun bijlagen bevatten ten minste:

- de nominale spanningen en de aard van de stromen;
- het aardverbindingssysteem;
- de te verwachten maximale kortsluitstromen > 3000 A aan de oorsprong van de installatie en ter hoogte van elk schakel- en verdeelbord;
- de aard, de samenstelling en de kenmerken van de stroombanen;
- de stroombanen;
- de kenmerken van de bronnen (alternatoren, transformatoren, omvormers, …), onder meer:
  - *het schijnbaar vermogen;*
  - *de nominale spanningen;*
  - *de nominale stromen;*
  - *de impedanties (indien beschikbaar).*
- de kenmerken van de elektrische leidingen met inbegrip van de beschermingsgeleiders, onder meer:
  - *de plaatsingswijze;*
  - *de aard, het aantal en de doorsnede van de geleiders;*
  - *de lengte van de elektrische leidingen.*
- de kenmerken van de beschermingsinrichtingen, onder meer:
  - *de toegekende stroomsterkte;*
  - *het onderbrekingsvermogen;*
  - *de aard en de onderbrekingskenmerken, de instellingen inbegrepen.*
- de kenmerken van de schakeltoestellen, scheidingstoestellen en contactoren, onder meer:
  - *de toegekende stroomsterkte;*
  - *indien noodzakelijk, de gebruikscategorie.*

De veiligheidsinstallaties en de kritische installaties (voedingen, stroombanen en verbruikers) worden op een duidelijke wijze op de stroombaanschema's weergegeven.

Onderafdeling 3.1.2.3. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de situatieplannen

a. Huishoudelijke elektrische installaties

De situatieplannen duiden de plaats aan van:

- de schakel- en verdeelborden;
- de verbindingsdozen;

- de aftakdozen;
- de contactdozen;
- de lichtpunten;
- de schakelaars;
- de vaste machines en toestellen,

die op het ééndraadsschema voorkomen.

b. Niet-huishoudelijke elektrische installaties

De situatieplannen duiden de plaats aan van:

- de schakel- en verdeelborden;
- de contactdozen;
- de schakelaars;
- de lichtpunten;
- de vaste machines en toestellen,

die op het stroombaanschema voorkomen.

De contactdozen, de schakelaars, de lichtpunten en de vaste machines en toestellen moeten niet op het plan worden aangebracht indien het traject van hun elektrische leidingen en het begin en einde ervan duidelijk geïdentificeerd of gemakkelijk te identificeren zijn.

Onderafdeling 3.1.2.4. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de zoneringsplannen en de zoneringsverslagen

De zoneringsplannen en de zoneringsverslagen bevatten onder meer:

- de fysicochemische kenmerken van de producten noodzakelijk voor de klassering in zones en voor de materieelkeuze zoals bepaald in *hoofdstuk 7.102.*;
- de emissiebronnen;
- het ventilatietype;
- de aanduiding en afbakening van de zones;
- de categorie van het toegelaten materieel;
- de gasgroep van het toegelaten materieel (enkel indien van toepassing);
- de temperatuursklasse of de maximum toelaatbare oppervlaktetemperatuur van het toegelaten materieel.

Afdeling 3.1.3. Markering en aanduiding bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 3.1.3.1. Markering van stroombanen

De bedienings-, de beschermings- en de scheidingsinrichtingen van de stroombanen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten derwijze worden uitgevoerd dat hun latere identificatie mogelijk is bij toezicht, controles, onderhoud, herstellingen, wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

De stroombanen die stroomopwaarts van de algemene schakelaar van het schakel –en verdeelbord aangesloten zijn moeten als dusdanig gemarkeerd zijn.

Teneinde de identificatie van de elektrische leidingen toe te laten moet, indien dit noodzakelijk is, gebruik worden gemaakt van markeringen die op regelmatige afstanden worden herhaald.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

De bijzondere voorschriften voor de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties worden in *afdeling 5.5.8.* (veiligheidsinstallaties) en in *onderafdeling 5.6.2.5.* (kritische installaties) voorzien.

Onderafdeling 3.1.3.2. Markering van elektrisch materieel

De laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de vaste machines en toestellen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De contactdozen, de schakelaars en de lichtpunten moeten niet worden gemarkeerd indien de oorsprong van hun voedingsstroombaan identificeerbaar is.

Onderafdeling 3.1.3.3. Markering van schakel- en verdeelborden

a. Huishoudelijke elektrische installaties

De schakel- en verdeelborden moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is. De voedingsspanning is duidelijk aangeduid op elk schakel- en verdeelbord.

b. Niet-huishoudelijke elektrische installaties

De schakel- en verdeelborden moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen. De individuele markering op elk schakel- en verdeelbord duidt aan:

- het volgnummer van het schakel- en verdeelbord;
- de voedingsspanning van het schakel- en verdeelbord;
- het aardverbindingssysteem van het schakel- en verdeelbord;
- de te verwachten maximale kortsluitstroom ter hoogte van het schakel- en verdeelbord;
- het gebruik van de filiatietechniek (*onderafdeling 4.4.1.4.*) in het schakel- en verdeelbord (indien van toepassing)

Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren

Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen

De bepaling van het voedingsvermogen is essentieel voor een economisch en betrouwbaar ontwerp van een installatie, rekening houdend met beperkingen door de temperatuur en spanningsval.

Bij het vaststellen van het voedingsvermogen van een installatie of deel daarvan mag rekening worden gehouden met de gelijktijdigheidsfactor en de gebruiksfactor van de belastingen.

Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen

Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding

De volgende types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:
- het TN-net (en zijn varianten);
- het TT-net;
- het IT-net.

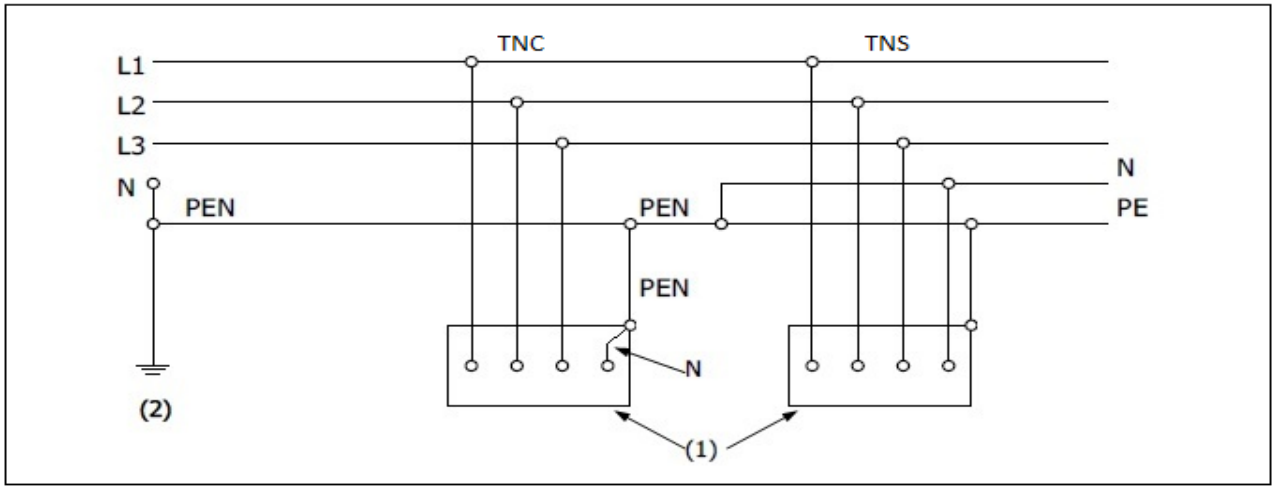
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator, moet geaard worden. De beschermingsgeleider moet met dit nulpunt verbonden worden en over het ganse verdeelnet geïnstalleerd worden. Indien het nulpunt niet bestaat of niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. In dit geval moeten de fasegeleider en de beschermingsgeleider gescheiden zijn.

De beschermingsgeleider moet geaard worden in de nabijheid van elke generator of transformator. Hij moet bovendien geaard worden op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van defect, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

De massa's van het elektrische materieel moeten verbonden worden met voornoemde beschermingsgeleider.

Figuur 3.3. TN-C-S-net



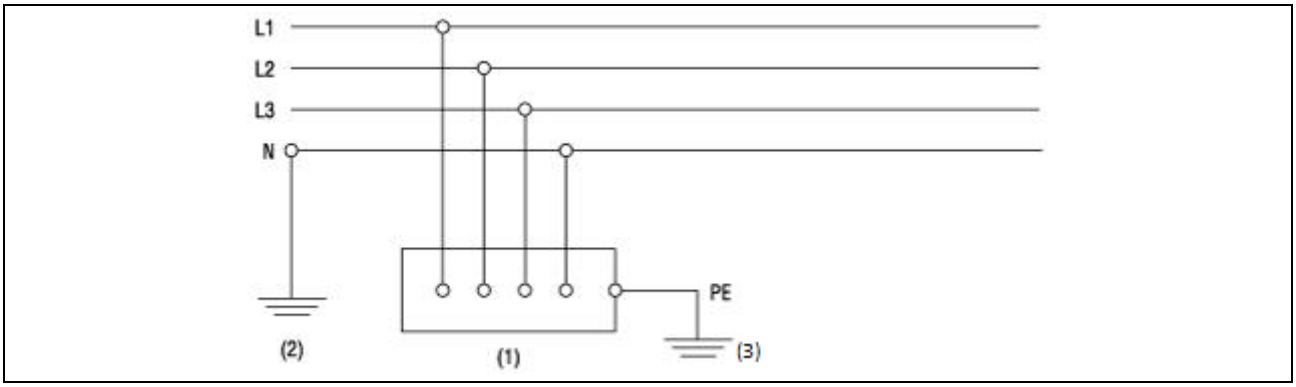
(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator moet geaard worden. Indien het nulpunt niet bestaat of indien het niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. Bovendien mag dit eveneens gebeuren met de overeenkomstige geleider van het verdeelnet.

De massa's van het elektrisch materieel moeten, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk verbonden worden met één of meer aardverbindingen die onafhankelijk zijn van bovengenoemde aardverbindingen.

Figuur 3.4. TT-net



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net

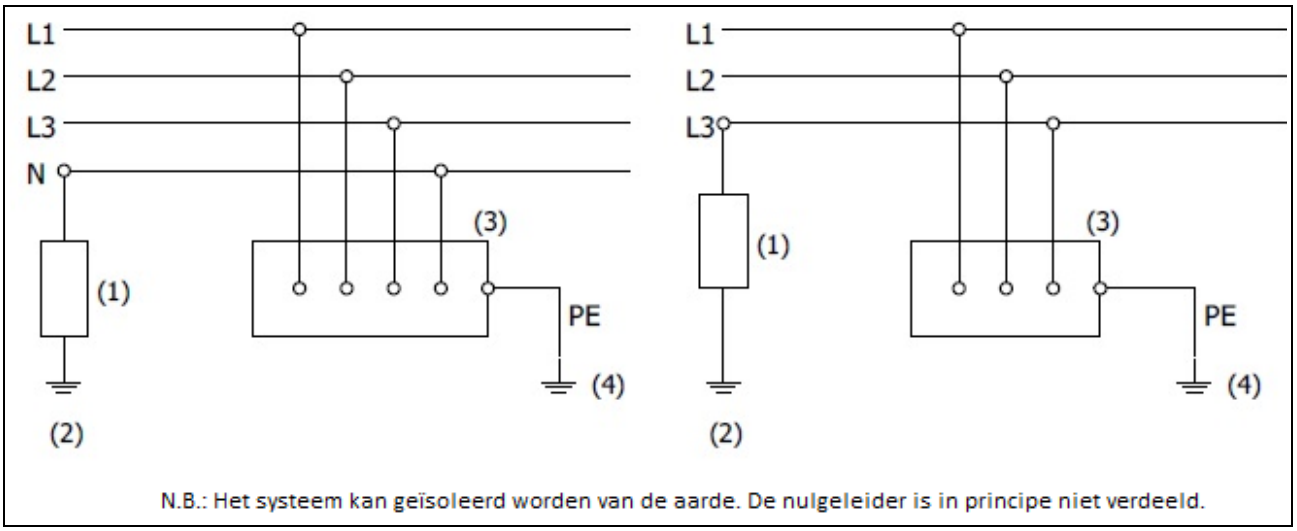
Het nulpunt wordt niet of enkel via een voldoende grote impedantie geaard. Geen enkele actieve geleider mag rechtstreeks geaard worden. Een punt van de installatie mag nochtans geaard worden via een aangepaste impedantie. Een kunstmatig nulpunt mag rechtstreeks geaard worden indien de homopolaire impedantie voldoende groot is. Teneinde de overspanningen te verminderen en de potentiaalschommelingen van de installatie ten opzichte van de aarde te dempen, mag men bijkomende aardingen voorzien via impedanties of kunstmatige nulpunten, waarvan de kenmerken aangepast zijn aan deze van de installatie.

De eventuele nulgeleider moet op dezelfde wijze geïsoleerd zijn en geplaatst worden als een fasegeleider.

De massa's van elektrisch materieel moeten geaard worden, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk. Nochtans moeten gelijktijdig genaakbare massa's met dezelfde beschermingsgeleider verbonden worden.

In een elektrische installatie, waarvan de actieve delen niet rechtstreeks geaard zijn, moet het elektrische materieel, gevoed tussen fasen en nulgeleider, zodanig gekozen worden dat zijn isolatie ten minste overeenstemt met de spanning tussen fasen.

Figuur 3.5. IT-net



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 3.2.3. Voeding

De volgende karakteristieken van de voeding worden bepaald:
- de aard van de stroom en de frequentie;
- de waarde van de nominale spanning;
- de waarde van de veronderstelde kortsluitstroom aan de oorsprong van de installatie;
- de mogelijkheid om aan de noden van de installatie te voldoen (bv.: noodzakelijk vermogen, noodzaak tot noodvoeding…).

Afdeling 3.2.4. Indeling van de installaties

Onderafdeling 3.2.4.1. Doel

De elektrische installatie moet zo nodig ingedeeld worden in verscheidene stroombanen om de gevolgen van een fout te beperken, alsook om het opsporen van fouten, de controle en het onderhoud te vergemakkelijken.

Deze stroombanen moeten zodanig opgevat en verwezenlijkt worden dat zij niet ongewild door een andere stroombaan kunnen worden gevoed.

Onderafdeling 3.2.4.2. Afwezigheid van elektrische scheiding

Wanneer de stroombaan gevoed wordt door een net op hogere spanning door middel van toestellen zonder elektrische scheiding, zoals autotransformatoren, potentiometers, halfgeleiderinrichtingen..., dient de aldus gevoede stroombaan beschouwd te worden als deel uitmakend van het voedend net.

Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit

Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties

De elektrische en niet-elektrische installaties moeten derwijze opgesteld worden dat elke gevaarlijke wederzijdse invloed vermeden wordt.

Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie

Wanneer elektrische machines, toestellen en leidingen, doorlopen door stromen van verschillende aard of spanning, gegroepeerd worden op een zelfde plaats of in een zelfde geheel van toestellen, moeten alle elektrische

machines, elektrische toestellen, elektrische leidingen en sturingstoestellen, behorend tot een zelfde stroomsoort of tot een zelfde spanning, in de mate van het mogelijke van de andere gescheiden worden. Bovendien worden ze aangeduid overeenkomstig *afdelingen 3.1.3.* en *5.1.6.*

Aangepaste schikkingen volgens de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden opdat de werking en de bediening van het elektrisch materieel geen schadelijke invloed zou kunnen hebben op andere elektrische machines, toestellen of leidingen of op de voedingsbron.
Deze invloeden betreffen in het bijzonder:
- voorbijgaande overspanningen;
- aanloopstromen;
- harmonische stromen;
- gelijkspanningscomponenten;
- hoogfrequentoscillaties;
- lekstromen;
- stroomlevering aan het voedingsnet door bepaalde machines of toestellen van de installatie.

Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke

Elke installatie voor telecommunicatie, besturing, signalisatie en dergelijke moet van de nodige inrichtingen voorzien worden om de beveiliging te waarborgen tegen wederzijdse beïnvloeding tussen deze installaties en andere elektrische installaties, met het oog op de bescherming tegen elektrische schokken, brand en thermische effecten, alsook met het oog op een bevredigende werking (verenigbaarheid), bijvoorbeeld:
- een voldoende scheiding tussen de telecommunicatiekabels en andere leidingen;
- systemen van gemeenschappelijke of gescheiden aarding, naargelang de functionele behoeften;
- keuze en uitvoering van de bedrading en van het vast telecommunicatiematerieel.

De vermelding van bevredigende werking (verenigbaarheid) beoogt voorzorgsmaatregelen die moeten genomen worden tegen wederzijdse interferentie verschillend van radio-elektrische storingen, tussen telecommunicatie-installaties en andere installaties.

De keuze en realisatie van telecommunicatiematerieel wordt enkel beschouwd met het oog op hun veiligheid en hun verenigbaarheid met betrekking tot andere elektrische installaties.

Voor wat betreft de energievoorziening van deze installaties zijn de elektrische veiligheidsmaatregelen en de werkingswaarborgen van toepassing zoals ze worden bepaald hetzij in de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of geregistreerde door het NBN norm hetzij in beschikkingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties

Voorschriften voor de veiligheidsinstallaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.5.*

Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties

Voorschriften voor de kritische installaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.6.*

Deel 4. Beschermingsmaatregelen

HOOFDSTUK 4.1. INLEIDING 63

HOOFDSTUK 4.2. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 63

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden 63

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom 63
Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden 63

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking 63

Onderafdeling 4.2.2.1. Bij het gebruik van laagspanning 63
Onderafdeling 4.2.2.2. Bij het gebruik van zeer lage spanning en zeer lage veiligheidsspanning 65
Onderafdeling 4.2.2.3. In gewone ruimten 65
Onderafdeling 4.2.2.4. In ruimten van de elektrische dienst 66
Onderafdeling 4.2.2.5. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen 69

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 76

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning 76
Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie 76
Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning zonder automatische onderbreking van de voeding 77
Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging 81

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS 88

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied 88
Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden 88
Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in huishoudelijke ruimten 89
Onderafdeling 4.2.4.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in niet-huishoudelijke ruimten 89

Afdeling 4.2.5. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning 90

Onderafdeling 4.2.5.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS) 90
Onderafdeling 4.2.5.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS) 91
Onderafdeling 4.2.5.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS) 91
Onderafdeling 4.2.5.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS 92
Onderafdeling 4.2.5.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS 92

HOOFDSTUK 4.3. BESCHERMING TEGEN THERMISCHE INVLOEDEN 93

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden 93

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe 93
Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen 93
Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden 94

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden 94

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel 94
Onderafdeling 4.3.2.2. Bijkomende regels voor de uitwendige invloed BA2 94
Onderafdeling 4.3.2.3. Installatie van het elektrisch materieel 94

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand 95

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden 95
Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities 95
Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte 95
Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels 96
Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand 98

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar 98
Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand 100
Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 101
HOOFDSTUK 4.4. ELEKTRISCHE BESCHERMING TEGEN OVERSTROOM 101
Afdeling 4.4.1. Algemeenheden 101
Onderafdeling 4.4.1.1. Principe 101
Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen 101
Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting 102
Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen 102
Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen 102
Onderafdeling 4.4.1.6. Aansluitingen voor netgebruikers 103
Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning 103
Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting 103
Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting 103
Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning 104
Onderafdeling 4.4.3.1. Principe 104
Onderafdeling 4.4.3.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting 104
Onderafdeling 4.4.3.3. Vrijstellingen 104
Onderafdeling 4.4.3.4. Parallel verbonden elektrische leidingen 105
Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning 105
Onderafdeling 4.4.4.1. Onderbreking van de getroffen geleider 105
Onderafdeling 4.4.4.2. Bescherming van éénfasige stroombanen 105
Onderafdeling 4.4.4.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider 105
Onderafdeling 4.4.4.4. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider 105
Onderafdeling 4.4.4.5. IT-net met verdeelde nulgeleider 106
Onderafdeling 4.4.4.6. PEN-geleider 106
Onderafdeling 4.4.4.7. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider 106
HOOFDSTUK 4.5. BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING 106
Afdeling 4.5.1. Principe 106
Afdeling 4.5.2. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren 106
Afdeling 4.5.3. Overspanningsbegrenzer in IT-netten 106
Afdeling 4.5.4. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders 106
HOOFDSTUK 4.6. BESCHERMING TEGEN BEPAALDE ANDERE UITWERKINGEN 107
Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen 107
Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden 107
Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's 107
Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen 107

Hoofdstuk 4.1. Inleiding

Maatregelen ter bescherming van personen en goederen moeten genomen worden op volgende gebieden:
- bescherming tegen elektrische schokken (*hoofdstuk 4.2.*);
- bescherming tegen thermische effecten (*hoofdstuk 4.3.*);
- bescherming tegen overstromen (*hoofdstuk 4.4.*);
- bescherming tegen overspanningen (*hoofdstuk 4.5.*);
- bescherming tegen spanningsdalingen (*afdeling 4.6.1.*);
- bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden (*afdeling 4.6.2.*);
- bescherming tegen besmettingsrisico's (*afdeling 4.6.3.*);
- bescherming tegen risico's te wijten aan ongewilde bewegingen en ontijdig aanzetten (*afdeling 4.6.4.*).

Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom

Een gevaarlijke schokstroom kan het menselijk lichaam doorlopen indien aan volgende voorwaarden voldaan is:
1. het menselijk lichaam dient als geleidend deel in een gesloten stroombaan;
2. de actieve delen van elektrisch materieel, de massa's of de vreemde geleidende delen bevinden zich op verschillende potentialen;
3. de waarde van de stroom is voldoende groot of de duur van de stroomdoorgang in het menselijk lichaam is voldoende lang in functie van de waarde van de stroom om gevaarlijke fysiopathologische gevolgen te hebben.

De beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken trachten ten minste één van deze drie omstandigheden te verhinderen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve maatregelen, naargelang deze al dan niet het onderbreken van de stroom tot gevolg hebben.

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden

Alle spanningsgebieden zijn toegelaten voor de voeding van elektrisch materieel in gewone ruimten en in ruimten van de elektrische dienst.

Nochtans, in wooneenheden, is alleen de voeding op zeer lage spanning en laagspanning van 1e categorie toegelaten.

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.2.1. Bij het gebruik van laagspanning

a. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking bij laagspanning moet verwezenlijkt worden hetzij bij de constructie van het elektrisch materieel, hetzij bij de installatie ervan.

De aanraking van niet-beschermde actieve delen van het elektrisch materieel moet onmogelijk gemaakt of bemoeilijkt worden:
- hetzij door middel van omhulsels;
- hetzij door isolatie;
- hetzij door verwijdering;
- hetzij door middel van hindernissen.

Bovendien kan een bijkomende bescherming door een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid worden toegevoegd.

b. Bescherming door middel van omhulsels

De bescherming door middel van omhulsels tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels, rekening houdend met de invloeden waaraan deze omhulsels normaal blootgesteld zijn;
2. het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk wanneer ten minste een van de volgende voorwaarden vervuld is:
   - de omhulsels mogen niet geopend of weggenomen kunnen worden zonder gereedschap of sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van de omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen aangeraakt worden bij afwezigheid van deze bescherming, niet buiten spanning gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder 1) vermelde voorwaarden en die op zulke wijze aangebracht zijn dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels weggenomen of open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

Nochtans wordt, ten behoeve van occasionele werkzaamheden (bijvoorbeeld afstellen of herwapenen van regelapparatuur, vervangen van smeltveiligheden), het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van samenstellende delen toegestaan zonder gebruik van gereedschap of sleutel voor zover de hierna vermelde voorwaarden zijn vervuld:
- alle actieve delen binnen de omhulsels behoren tot het domein van de laagspanning van de 1ste categorie;
- de werkzaamheden mogen alleen worden uitgevoerd door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
- de onderdelen waarop moet worden ingegrepen zijn zodanig opgevat en opgesteld dat de werkzaamheden op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd;
- de voor de handelingen noodzakelijke bewegingsruimte is derwijze dat de bescherming tegen toevallige aanraking van de gevaarlijke actieve delen is gewaarborgd. Wanneer de bewegingsruimte te beperkt is, dient de bescherming tegen toevallige aanraking te zijn verwezenlijkt d.m.v. hindernissen.

c. Bescherming door isolatie

De bescherming door isolatie tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de actieve delen zijn bedekt met een isolerend materiaal dat blijvend bevestigd of op haar plaats gehouden wordt en die elke aanraking van deze actieve delen belet. Deze isolatie mag slechts door vernietiging kunnen worden weggenomen.

d. Bescherming door verwijdering

De bescherming door verwijdering tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen:
- hetzij, wanneer de niet-beschermde actieve delen buiten het genaakbaarheidsgabarit geplaatst of geïnstalleerd zijn;
- hetzij, wanneer er binnen het genaakbaarheidsgabarit geen gelijktijdig genaakbare actieve delen en stukken zijn die zich op potentialen bevinden waarvan het verschil groter is dan de absolute conventionele grensspanning (*afdeling 2.4.1.*).

Indien het verplaatsings- of werkoppervlak niet in horizontale zin begrensd is door zijn eigen schikking, moet het dit zijn door ten minste één niet-buigzaam materieel element dat in staat is de toevallige doorgang van een persoon te verhinderen en waarvan het bovenste deel op een hoogte ligt begrepen tussen 1 m en 1,20 m van de grond.

e. Bescherming door middel van hindernissen

De bescherming door middel van hindernissen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zodanig zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De hindernissen, hierna omheining/50 mm of omheining/120 mm genoemd, verlenen geen doorgang respectievelijk aan een lange rechte staaf van 50 mm of 120 mm diameter.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

f. Bijkomende bescherming door middel van differentieelstroominrichting

Deze beschermingsmaatregel is uitsluitend bedoeld om andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking te vervolledigen.

Alleen het gebruik van differentieelstroominrichtingen met hoge of zeer hoge gevoeligheid, zoals bepaald in *afdeling 2.6.4.* wordt erkend als bijkomende beschermingsmaatregel bij het in gebreke blijven van andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking of in geval van onvoorzichtigheid van de gebruikers.

g. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking van de nulgeleider gebruikt als beschermingsgeleider

Wanneer aan de voorgeschreven voorwaarden van de beschouwde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking is voldaan, wordt aangenomen dat zowel de nulgeleider, gebruikt als beschermingsgeleider (PEN), als de delen die ermee verbonden zijn, beschermd zijn tegen de rechtstreekse aanraking.

Onderafdeling 4.2.2.2. Bij het gebruik van zeer lage spanning en zeer lage veiligheidsspanning

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door, onder de voorwaarden van *4.2.3.3.a.*, gebruik te maken van de zeer lage veiligheidsspanning, zonder dat de maximale nominale spanning tussen twee blanke gelijktijdig genaakbare actieve delen de waarde, bepaald in *tabel 4.1.*, overschrijdt.

Tabel 4.1. Maximale nominale spanning bij gebruik van ZLVS

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Maximale nominale spanning in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	25 V	36 V	60 V
BB2	Natte huid	12 V	18 V	30 V
BB3	In water onder-gedompelde huid	6 V	12 V	20 V

Deze regel is niet van toepassing op de elektrische installaties van zwembaden (*hoofdstuk 7.2.*) en sauna's (*hoofdstuk 7.3.*).

Onderafdeling 4.2.2.3. In gewone ruimten

a. Keuze van beschermingswijzen rekening houdend met de spanning van de elektrische installatie

a.1. Zeer lage spanning

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet ten minste IPXX-B zijn.

a.2. Laagspanning

Voor de laagspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:
- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*).

De beschermingsgraad van de omhulsels moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D in de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten en aan IPXX-B in de andere ruimten.

a.3. Hoogspanningstoestellen met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning

De regels voor laagspanning zijn ten minste van toepassing voor wat betreft de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking.

Specifieke regels kunnen voor bijzondere gevallen opgelegd worden (zie *onderafdeling 4.2.2.5.*)

De beschermingsgraad van de omhulsels moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D.

a.4. Functionele openingen

De beschermingsgraden waarvan hierboven sprake zijn niet vereist voor de functionele openingen (bijvoorbeeld de verluchtingsopeningen of deze die nodig zijn voor de werking van het materieel) op voorwaarde dat constructiemaatregelen worden getroffen opdat een willekeurig lang voorwerp niet in aanraking kan komen met de niet-beschermde actieve delen.

b. Ruimten speciaal bestemd voor kinderen

In de ruimten die speciaal bestemd zijn voor kinderen (BA2) moeten de contactdozen op laagspanning zodanig uitgevoerd worden dat de contacten spanningsloos zijn of volledig afgedekt zijn door een scherm wanneer de contactstop uitgetrokken is.

Het middel ter verwezenlijking van dit voorschrift moet zodanig zijn dat het niet gemakkelijk kan bediend worden door iets anders dan door een contactstop, het mag niet bestaan uit delen die verloren kunnen gaan.

c. Ondernemingen die werknemers tewerkstellen die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk

Snoeren voorzien van een bescherming door isolatie mogen gebruikt worden voor de voeding van hoogspanningsmachines en -toestellen met begrensd vermogen gevoed op laagspanning, op voorwaarde dat maatregelen getroffen worden om het gevaar van elektrostatische ladingen te vermijden.

d. Voor het publiek toegankelijke gewone ruimten

In de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten moeten de genaakbare delen van omhulsels en hindernissen zo opgevat zijn dat zij niet langs buiten kunnen worden gedemonteerd. De deur of deuren die ze bevatten moeten gesloten zijn door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:

- hetzij dat het slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat het betrokken elektrisch materieel in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd is.

Onderafdeling 4.2.2.4. In ruimten van de elektrische dienst

a. Voorschriften betreffende ruimten van de elektrische dienst

a.1. Scheidingswanden en omheiningen

De ruimte van de elektrische dienst moet begrensd worden door scheidingswanden of omheiningen/50 mm. De omheiningen/120 mm zijn alleen toegelaten indien de ruimte van de elektrische dienst zich in openlucht bevindt.

De scheidingswanden en omheiningen mogen niet gemakkelijk kunnen worden beklommen en moeten een minimumhoogte hebben van 2 meter.

a.2. Functionele openingen

In de voorrmelde scheidingswanden of omheiningen mogen zich functionele openingen bevinden.

In verband met de functionele openingen moeten gepaste maatregelen worden genomen tot behoud van de beschermingsgraad die de scheidingswanden of omheiningen hebben ten opzichte van het binnendringen van vreemde voorwerpen.

Voor de spleten, ontstaan door deze openingen moeten maatregelen genomen worden opdat een of ander lang voorwerp niet in aanraking zou kunnen komen met niet-beschermde actieve delen.

Vensters zijn verboden tenzij schikkingen worden getroffen hetzij om glasbraak te voorkomen, hetzij om het gevaar als gevolg van glasbreuk uit te schakelen. Zij zijn vast of zo opgevat dat bij openen elk aanrakingsgevaar met niet-beschermde actieve delen onmogelijk is.

De toegangsdeuren in de scheidingswanden moeten naar buiten opendraaien. Zij moeten te allen tijde langs binnen zonder sleutel kunnen worden geopend.

a.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, van personen die zich buiten de ruimte van de elektrische dienst bevinden

a.3.1. Maatregelen inzake de genaakbaarheid langs boven over de scheidingswanden en de omheiningen heen

Geen enkel niet-beschermd actief deel in de niet-overdekte ruimte van de elektrische dienst mag zich op een afstand van de bovenrand van de scheidingswanden of omheiningen bevinden die kleiner is dan

2,5 m + 0,01 (U_N – 20) – h

met een minimum van 2,5 m – h met h de hoogte van deze wanden of omheiningen in m.
U_N is de nominale spanning tussen fasen van het net van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

a.3.2. Maatregelen aangaande het indringen van lange voorwerpen door de openingen in de omheining

Geen enkel niet-beschermd actief deel mag zich op een afstand, kleiner dan d_h bevinden van het vlak van de omheining, waarbij d_h gelijk is aan:

- 2,5 m + 0,01 (U_N – 20), met een minimum van 2,5 m in het geval van omheiningen/50 mm;
- 5 m + 0,01 (U_N - 20), met een minimum van 5 m in het geval van omheiningen/120 mm.

a.3.3. Maatregelen betreffende de voor het publiek genaakbare deuren en toegangshekken

Wanneer een ruimte van de elektrische dienst onmiddellijk naast een gewone ruimte gelegen is die toegankelijk is voor het publiek moeten de deuren of de toegangshekken die deze twee ruimten scheiden hetzij bewaakt worden hetzij worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:

- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deuren of de toegangshekken open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

a.4. Aanduiding

De ruimten van de elektrische dienst moeten duidelijk en zichtbaar aangeduid worden door middel van borden zoals bepaald in *deel 9*.

a.5. Toegelaten personen

Alleen gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen hebben toegang tot een ruimte van de elektrische dienst.

a.6. Doorgangen

Circulatiedoorgangen zijn verboden.
De onderhouds- en dienstgangen met een lengte van meer dan 20 m moeten aan beide uiteinden toegankelijk zijn.

a.7. Verlichting

De ruimte van de elektrische dienst, ondergebracht in een lokaal, moet voorzien zijn van een vaste kunstmatige verlichting.

In lokalen waar de bescherming door verwijdering toegepast is, moeten de noodzakelijke maatregelen genomen worden om personen toe te laten het lokaal veilig te verlaten bij het uitvallen van de verlichting.

b. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst

b.1. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst moet gewaarborgd worden door naleving van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.3.* betreffende de gewone ruimten.

Van deze voorschriften mag evenwel worden afgeweken binnen de grenzen vermeld in het hierna volgende *punt b.2.*

b.2. Afwijkende voorschriften

b.2.1. Laagspanning van de 1e categorie
Voor de laagspanning van de 1e categorie zijn onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) en de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.3. Hoogspanningstoestellen met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning
Bij toepassing van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*) moet de beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

c. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in exclusieve ruimten van de elektrische dienst

c.1. Algemeenheden

In ruimten van de elektrische dienst, die uitsluitend dienen voor de uitbating van de elektrische installaties en die gesloten zijn met een sleutel of met elk ander middel dat de toegang belet voor niet-gemachtigde personen, is het toegelaten af te wijken van de voorschriften van *4.2.2.4.b.* op de wijze vermeld in onderstaand *punt c.2.*

De ruimten van de elektrische dienst waar gebruik wordt gemaakt van deze afwijking worden exclusieve ruimten van de elektrische dienst genoemd.

Zijn gelijkgesteld met exclusieve ruimten van de elektrische dienst welke ook hun plaats weze, de kasten, de borden of verdeelinrichtingen waar men kan binnentreden, dit wil zeggen omhulsels waarin het elektrisch materieel zo is ondergebracht dat de vrije ruimte in het omhulsel voldoende groot is opdat een persoon er normaal zou kunnen binnentreden en er onderhoudswerkzaamheden in zou kunnen uitvoeren.

c.2. Afwijkende voorschriften

c.2.1. Zeer lage spanning en laagspanning van de 1e categorie
Voor de zeer lage spanning en de laagspanning van de 1e categorie, wordt de bescherming door verwijdering als gewaarborgd beschouwd wanneer de minimumafstanden vermeld in *tabel 4.2.* worden nageleefd voor de onderhouds- en dienstplaatsen.

Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen

	In mm	
	Plaats met niet-beschermde actieve delen	
	langs één zijde	***langs beide zijden***
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen:		
– Onderhoudsplaatsen		1000
– Dienstplaatsen		1200
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen en wand of hindernis:		
– Onderhoudsplaatsen	800	
– Dienstplaatsen	800	
Vrije breedte tussen niet-beschermde actieve delen en de bedieningsorganen, handvatten...:		
– Onderhoudsplaatsen	700	900
– Dienstplaatsen	700	1100
Vrije hoogte van de onderhouds- en dienstplaatsen	2000	

Indien gebruik gemaakt wordt van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*), moet hun beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

c.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.*) ten minste IPXX-A zijn.

c.2.3. Hoogspanningstoestellen met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning
De bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) is toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.*) ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

Onderafdeling 4.2.2.5. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen

a. Algemeenheden

In bepaalde gevallen, uitdrukkelijk aangehaald in het vervolg van dit Boek, en meer bepaald in de volgende gevallen voor wat de voorschriften aangaande laagspanning en zeer lage spanning betreft:
- installaties met beperkt vermogen (*b.*);
- verwarmingsweerstanden verzonken in materialen of in vloeren (*c.*);
- meettoestellen (*d.*);
- elektrische laboratoria en proefstanden (*e.*);
- contactlijnen op laagspanning voor rol- of glijcontact (*f.*);
- lassen en snijden met elektrische vlamboog (*g.*);
- elektrostatische filterinstallaties (*h.*);
- elektrolyse-installaties (*i.*);
- industriële ovens (*j.*);
- schrikdraadinstallaties (*k.*):
- bedwelmingstoestellen bestemd voor het bedwelmen van dieren (*l.*);
- het elektrostatisch aanbrengen van verven en bedekkingen (*m.*);
- hoogspanningsontstekingsinrichting van een mazoutbrander (*n.*);
- hoogspanningsontstekingsinrichting van een gasbrander (*o.*);
- verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden (*p.*);
- lamphouders (zie *onderafdeling 5.3.4.2.*),

is het toegelaten geheel of gedeeltelijk af te zien van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking mits het naleven van bepaalde voorwaarden.

b. Installaties met beperkt vermogen

De actieve delen van elektrisch materieel met een beperkt vermogen mogen blank blijven onder de voorwaarden vervat hetzij in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, betreffende dit materieel. Voor bijzondere toepassingen mogen door de Minister, die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft, andere voorwaarden worden vastgesteld.

c. Verwarmingsweerstanden verzonken in materialen of in vloeren

Indien zij verzonken zijn in een materiaal of in een vloer om deze te verwarmen, mogen de actieve delen blank blijven op voorwaarde dat de voedingsbron op zeer lage veiligheidsspanning is en dat de spanning tussen actieve of andere delen en de aarde niet groter is dan 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

d. Meettoestellen

De klemmen en verbindingen van meettoestellen, relais en soortgelijke uitrustingen, blijvend opgesteld in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten, mogen blank blijven op voorwaarde dat:
- de afmetingen van de blanke delen tot een minimum beperkt zijn;
- de toegepaste spanningen niet groter zijn dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning;
- het werken met deze toestellen alleen toevertrouwd wordt aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen die kennis hebben van de aan deze toestellen inherente gevaren.

e. Elektrische laboratoria en proefstanden

Elektrische laboratoria en proefstanden zijn gesloten ruimten van de elektrische dienst.

Evenwel mogen proefstanden worden verwezenlijkt in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten mits de volgende voorwaarden worden nageleefd:
- een afbakening van 1 m hoog moet worden aangebracht;

- alleen personen die er geroepen zijn om dienstredenen mogen er toegang hebben;
- gepaste onderrichtingen moeten worden verstrekt en goed zichtbare aanduidingen moeten de aandacht van de belanghebbenden vestigen op het gevaar;
- alle delen van de ruimte die voor de proeven worden gebruikt moeten tijdens deze proeven speciaal bewaakt worden zodat men niet onachtzaam installaties of elementen kan benaderen die op een grotere spanning dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning zouden kunnen gebracht worden;
- indien de voorschriften met betrekking tot de bescherming tegen rechtstreekse aanraking niet kunnen nageleefd worden omwille van de aard zelf van de werkzaamheden, moet beroep worden gedaan op beschermingsmiddelen die de veiligheid van personen en zaken verzekeren.

f. Contactlijnen op laagspanning voor rol- of glijcontact

f.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

Contactlijnen op laagspanning voor rol- of glijcontact moeten ten minste voorzien zijn van een gedeeltelijke bescherming, te weten:

- voedingsspanning kleiner dan of gelijk aan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning:
  - in binneninstallatie:
    - hetzij door buiten bereik stellen door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) met dien verstande dat de hoogte van de actieve delen boven de grond of boven de werkvloeren ten minste gelijk moet zijn aan 2,5 m;
    - hetzij door buiten bereik stellen door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*);
  - in openlucht buiten de openbare wegen:
    - hetzij door buiten bereik stellen door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) met dien verstande dat de hoogte boven de grond of boven de werkvloeren ten minste moet gelijk zijn aan 4 m;
    - hetzij door buiten bereik stellen door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*) indien het onmogelijk is die hoogte te eerbiedigen wegens een belemmering;
  - in openlucht boven de openbare weg: door buiten bereik stellen door verwijdering, met dien verstande dat de hoogte boven de grond ten minste 6 m moet zijn behalve op de plaatsen waar hindernissen die zich buiten het profiel van de weg bevinden niet toelaten deze voorwaarde na te leven. Onder *hindernissen buiten het profiel van de weg* wordt verstaan constructies of vaste belemmeringen die zich boven het profiel van de weg bevinden maar op minder dan 6 m boven het wegdek (brug, voetgangersbrug...);
- voedingsspanning op laagspanning groter dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning:
  - buiten de openbare wegen: door buiten bereik stellen door verwijdering, met dien verstande dat de hoogte boven de grond ten minste 5 m moet zijn;
  - boven de openbare weg: door buiten bereik stellen door verwijdering, met dien verstande dat de hoogte boven de grond ten minste 6 m moet zijn, behalve op de plaatsen waar hindernissen die zich buiten het profiel van de weg bevinden niet toelaten deze voorwaarde na te leven.

f.2. Buiten spanning stellen

Het buiten spanning stellen over haar gehele lengte van elke contactlijn moet mogelijk zijn door middel van bereikbare en oordeelkundig geplaatste schakelaars.

g. Lassen en snijden met elektrische vlamboog

g.1. Toepassingsgebied

Dit *punt g.* is van toepassing op alle snij-, las- en aanverwante processen waarbij gebruik wordt gemaakt van een elektrische boog.

g.2. Bepalingen

Nullastspanning van een las- of snijtoestel met vlamboog: de spanning aan de gebruiksklemmen van het las- of snijtoestel waarvan de las- of snijstroombaan open is, de ontsteekspanning of de houdspanning van de boog niet inbegrepen.
Voor toestellen uitgerust met een risicobeperkende inrichting is de nullastspanning de spanning aan de gebruiksklemmen van het toestel na de inwerkingtreding van deze risicobeperkende inrichting.
Bij gelijkspanning is de in aanmerking te nemen waarde van de nullastspanning de piek nullastgelijkspanning.

Piek nullastgelijkspanning: topwaarde van de ogenblikkelijke spanning die een gelijkspanning met rimpel kan bereiken.

Risicobeperkende inrichting: inrichting die de gevaren van elektrocutie beperkt die het gevolg kunnen zijn van de nullastspanning. Deze inrichting kan een spanningsbegrenzer zijn of een omschakelinrichting van AC naar DC.

Spanningsbegrenzer: risicobeperkende inrichting die automatisch de nullastspanning begrenst tot een waarde die de waarden gegeven in de tabel van *punt g.3.* niet overschrijdt, zodra de weerstand tussen de gebruiksklemmen van het las- of snijtoestel groter wordt dan 200 Ω.

Omschakelinrichting van AC naar DC: risicobeperkende inrichting die automatisch de nullastspanning omschakelt van wisselspanning naar gelijkspanning, deze beperkt tot een waarde van de tabel van *punt g.3.* en dit van zodra de weerstand tussen de gebruiksklemmen van het las- of snijtoestel groter wordt van 200 Ω.

Omgeving met verhoogd risico (voor gevaren van de elektriciteit): er is een «omgeving met verhoogd risico»:
- wanneer ten minste één van de volgende uitwendige invloeden aanwezig is: BB2, BB3, BC3 of BC4;
- wanneer de lasser zich in een zogenaamde oncomfortabele stand bevindt (geknield, zittend, liggend).

g.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking van actieve delen van de las- of snijstroombaan

Het is toegelaten:
- geen beschermingsmaatregelen te nemen tegen rechtstreekse aanraking wat betreft:
  - de laselektroden;
  - de massaklemmen;
  - de ermee verbonden massa's;
  - de vaste geleidende elementen welke dienen voor het terugvoeren van de las- of snijstroom;
  - de mechanisch gehouden elektrodehouders;
- slechts een bescherming voor de toortsen te verzekeren tegen toevallige aanraking, mits de volgende twee voorwaarden worden nageleefd:
  - de nodige maatregelen worden getroffen tot het verminderen van het gevaar voor personen van rechtstreekse aanraking dat inherent is aan de aanwezigheid van de onder spanning staande elektrodes en bij het wisselen ervan; deze maatregelen bestaan uit:
    - het gebruik van voorzieningen welke toelaten de las- of snijstroombaan buiten spanning te stellen;
    - het aanwenden van collectieve of individuele beschermingsmiddelen (isolerend tapijt, isolerende handschoenen, enz.);
    - het naleven van gepaste instructies;
  - de nullastspanning van de las- of snijtoestellen mag de waarden vermeld in *tabel 4.3.* niet overtreffen.

Tabel 4.3. Maximale nullastspanning van las- of snijtoestellen

Las- of snijtoestellentypes		*Nullastspanning (V)*			
		Omgeving zonder verhoogd risico		*Omgeving met verhoogd risico*	
		Wissel-spanning	*Gelijk-spanning*	*Wissel-spanning*	*Gelijk-spanning*
1	Industrieel en beroepsmatig gebruik				
	1.1 Handbediende toestellen	80	113	48	113
	1.2 Mechanisch gehouden toortsen zonder verhoogde veiligheid voor de operator	80	113	48	113
	1.3 Mechanisch gehouden toortsen met verhoogde veiligheid voor de operator	100*	141*	100*	141*
2	Handbediende toestellen voor huishoudelijk en soortgelijk gebruik	55	113	48	113
3	Speciale processen voor industrieel, beroepsmatig, huishoudelijk en soortgelijk gebruik (plasmalassen en -snijden...)	500**	500**	500**	500**

* Deze waarden zijn alleen toegelaten mits:
a) de nullastspanning automatisch wordt onderbroken bij het beëindigen van het lassen, en
b) de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking van onder spanning staande delen wordt verzekerd door:
   - omhulsels met een beschermingsgraad van minstens IPXX-B, of
   - een risicobeperkende inrichting.

** Deze waarden zijn alleen toegelaten mits volgende voorwaarden gelijktijdig worden nageleefd:
a) de nullastspanning wordt automatisch onderbroken wanneer de las- of snijkring open is;
b) de spanning tussen de buitenkant van de toorts en het te bewerken stuk of de aarde bedraagt niet meer dan 48 V wisselspanning wanneer de las- of snijkring open is;
c) de gebruikte toorts is zo ontworpen dat zij alleen met behulp van een gereedschap kan worden

geopend, of dat zij een automatische onderbrekingsinrichting heeft die verhindert dat de toorts onder spanning wordt gezet zolang zij niet in de werkpositie is geplaatst;

d) de beschermingsgraad tegen rechtstreekse aanraking met onder spanning staande delen van de toorts, met uitzondering van de kop, zal minstens IPXX-D bedragen;

e) de massaklem moet, behalve voor de contactvlakken, elektrisch zijn geïsoleerd.

g.4. Bijzondere voorschriften met betrekking tot de risicobeperkende inrichting

- Na onderbreking van de las- of snijstroom moet de risicobeperkende inrichting in werking zijn getreden binnen de 0,3 s.
  Voor het plasmasnijden moet de risicobeperkende inrichting in werking zijn getreden binnen de 2 s.
- Een visuele aanduiding verschijnt wanneer de risicobeperkende inrichting in werking is getreden.
- Indien de risicobeperkende inrichting faalt moet de spanning tot een waarde, bepaald in de tabel onder *g.3.* worden gebracht binnen 1 s nadat de fout zich heeft voorgedaan.

g.5. Bijzondere voorschriften betreffende het elektrisch booglassen of -snijden

- De las- of snijstroombaan van ieder toestel moet elektrisch gescheiden zijn van de primaire elektrische voedingsstroombaan door een gepaste isolatie.
- De las- of snijstroombaan van toestellen voor manueel gebruik mag noch met de beschermingsgeleider noch met de massa noch met enig tussenstuk van het toestel zijn verbonden.
- Het verbindingssysteem van de soepele elektrische leidingen met de stroombron en met de elektrodehouder of toorts moet zo zijn opgevat dat het ten minste voorziet in een bescherming tegen toevallige aanraking.
- De elektrodehouders en las- of snijtoortsen van toestellen voor manueel gebruik omvatten ten minste handvatten uit isolerend materiaal.
- Aangepaste maatregelen zijn getroffen opdat de beschermingsgeleider of de PEN geleider van een elektrische installatie niet zou dienen als terugvoergeleider voor de stroom.
- De massaklemmen moeten zo dicht mogelijk bij de plaats van de las of de snede worden bevestigd, overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.
  Deze massaklem mag nochtans op elke andere plaats van een metalen structuur worden geplaatst, voor zover de las of de snede wordt uitgevoerd op deze structuur zelf of op een element in rechtstreeks contact ermee, en voor zover de doorgang van de maximum las- of snijstroom geen gevaar biedt.

h. Elektrostatische filterinstallaties

De verplaatsbare elektrostatische filterinstallaties moeten van een omhulsel voorzien zijn (*4.2.2.1.b.*). Deze toestellen moeten voorzien zijn van de opschriften betreffende het gevaar dat bestaat bij opening van het omhulsel. De omhulsels mogen slechts geopend kunnen worden door middel van gereedschap en de spanning moet automatisch onderbroken worden zodra het omhulsel geopend wordt.

Bij de vaste elektrostatische filterinstallaties mogen alle onder spanning staande delen blank blijven.

Deze installaties moeten opgesteld staan in gesloten ruimten van de elektrische dienst; indien dit niet het geval is moeten toestellen aangewend worden waarbij de bescherming tegen rechtstreekse aanraking is verzekerd door omhulsels (*4.2.2.1.b.*) of het buiten bereik stellen door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*). De hoogspanningsinstallaties moeten automatisch buiten spanning gesteld worden zodra een toegangsdeur tot het elektrisch gedeelte geopend wordt.

i. Elektrolyse-installaties

Bij elektrolyse-installaties mogen in het bijzonder de actieve delen van baden zoals elektroden, elektrolyten, klemmen en verbindingen blank blijven mits het naleven van de volgende voorwaarden:

- gezamenlijk inhoudsvermogen van de baden minder dan of gelijk aan 50 l:
  - de stroomgelijkrichters moeten gevoed worden via transformatoren met gescheiden wikkelingen of via een scheidingsmiddel dat een gelijkwaardige veiligheid biedt;
  - de elektrische leidingen van de voedingsinstallaties in gelijkstroom moeten voorzien zijn van een volledige bescherming van de actieve delen (*4.2.2.1.b.* of *4.2.2.1.c.*);
  - de voedingsspanning moet kleiner dan of gelijk zijn aan 75 V gelijkspanning.
- gezamenlijk inhoudsvermogen van de baden groter dan 50 l:
  - algemene maatregelen:
    - de stroomgelijkrichters moeten gevoed worden via transformatoren met gescheiden wikkelingen of via een scheidingsmiddel dat een gelijkwaardige veiligheid biedt;
    - de verkeersvloeren omheen de elektrolysebaden moeten zodanig uitgevoerd zijn dat het stagneren van elektrolyten vermeden wordt;
    - bij de toegangen moeten zichtbare en leesbare aanduidingen aangebracht worden, inzonderheid:
      - een bord met het waarschuwingsteken voor gevaar, bepaald in *afdeling 9.4.1.*;

  - een bord met toegangsverbod voor niet-gemachtigde personen, bepaald in *afdeling 9.4.2.*;
- de werknemers moeten uitgerust zijn met aangepaste individuele beschermingsmiddelen tegen de gevaren van elektrische schokken;
- de werkzaamheden aan elektrolyse-installaties mogen alleen worden toevertrouwd aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen die kennis hebben van de aan deze installaties verbonden gevaren;

- aanvullende maatregelen:
  - spanning groter dan 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel:
    De actieve delen van de elektrische voedingsleidingen gaande tot het geheel van de baden, waartussen een potentiaalverschil van meer dan 36 V gelijkspanning met rimpel of van meer dan 60 V gelijkspanning zonder rimpel bestaat, moeten, voor zover er geen technische bezwaren tegen zijn, voorzien zijn van een gedeeltelijke bescherming tegen de rechtstreekse aanraking:
    - hetzij door verwijdering (*4.2.2.1.d.*)
    - hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*)
  - spanning groter dan 120 V:
    In de doorgangen moeten bovendien de actieve delen van baden en/of elektrische voedingsleidingen, waartussen een potentiaalverschil van meer dan 120 V gelijkspanning bestaat, zodanig van elkaar verwijderd zijn dat men ze niet gelijktijdig kan aanraken. Deze voorwaarde is beschouwd als zijnde verwezenlijkt, als hun onderlinge afstand ten minste 2,5 meter bedraagt.
    Indien deze bescherming door verwijdering niet uitvoerbaar is, moeten maatregelen met betrekking tot gedeeltelijke bescherming door middel van hindernissen toegepast worden.

j. Industriële ovens

Elektrische ovens mogen opgesteld worden in gewone ruimten die niet toegankelijk zijn voor het publiek op voorwaarde dat ten minste een gedeeltelijke bescherming tegen rechtstreekse aanraking voorzien wordt:
- hetzij door buiten bereik stellen door verwijdering (*4.2.2.1.d.*);
- hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*).

k. Schrikdraadinstallaties

k.1. Voeding

De draad die als schrikdraad dient mag slechts blank zijn voor zover de installatie aan de volgende voorwaarden beantwoordt:
- de elektrische leiding die de spanningsgever verbindt met de schrikdraadinstallatie moet gekozen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap, de doorsnede van de geleiders moet ten minste 2,5 mm^2 zijn;
- indien de afstand tussen de bevestigingspunten van deze draad groter is dan 10 m, moet zijn minimale breuklast bij trek 2800 N bedragen. In dit geval moeten de bevestigingen uit isolatoren bestaan;
- een schrikdraadinstallatie of een geheel van elektrisch verbonden schrikdraadinstallaties moet gevoed worden door één enkele spanningsgever.

k.2. Aanduiding

De aanwezigheid van een schrikdraadinstallatie moet aangeduid worden door middel van de in *afdeling 9.4.1.* vermelde waarschuwingsborden.

Deze borden moeten geplaatst worden over gans de lengte van de afsluiting met een onderlinge afstand van maximum 50 m. Zij moeten eveneens geplaatst worden aan iedere zijde van elke hoek van de afsluitingen op een afstand van het hoekpunt die niet meer dan 1 m mag bedragen.

k.3. Plaatsing

Schrikdraadinstallaties mogen slechts op de scheidingslijn van gronden geplaatst worden indien de betrokken eigenaars en huurders hierin toestemmen. Bij gebrek aan toestemming moeten zij geplaatst worden op ten minste 0,50 m achter deze lijn.

Bij het opstellen van een schrikdraadinstallatie langs de grens van het openbaar domein moet samen met elke onder spanning staande draad een niet onder spanning staande beschermingsdraad – type afsluitingsdraad – aangebracht worden. Deze beschermingsdraad moet zich in een verticaal vlak bevinden dat ten minste 0,25 m van de onder spanning staande draad verwijderd is en op een niveau dat er niet meer dan 0,10 m van verschilt; hij moet zich aan de zijde van het openbaar domein bevinden zonder er gebruik van te maken.

l. Bedwelmingstoestellen bestemd voor het bedwelmen van dieren

De tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen die in de slachthuizen gebruikt worden om dieren te bedwelmen mogen gedeeltelijk blank blijven mits volgende voorwaarden nageleefd worden.

l.1. Algemene voorschriften

- De bedwelmingsspanning moet geleverd worden door een bron die een transformator met gescheiden wikkelingen omvat;
- De secundaire stroombaan van die transformator mag niet geaard worden;
- Deze transformator en, gebeurlijk de hulpapparatuur (transformator van de bedieningsstroombaan, automatische schakelaar...) moeten in één of meerdere kasten geplaatst zijn die een beschermingsgraad bezitten van ten minste IPX4;
- De tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen moeten volledig geïsoleerd zijn, behalve aan de elektroden; de blanke delen moeten nochtans tot een minimum beperkt worden;
- De stroombaan voor het bedwelmen en de eventuele bedieningsstroombaan moeten elektrisch van elkaar gescheiden zijn;
- De eventuele contactdozen en contactstoppen die in de bedwelmings- en bedieningsstroombanen opgenomen zijn, moeten zodanig uitgevoerd zijn dat zij alleen op de secundaire stroombanen van de transformatoren aangesloten kunnen worden;
- De elektrische voedingsleidingen van de tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen moeten ten minste van het type H05RN-F/H07RN-F zijn;
- De handvatten van de tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen moeten voorzien zijn van doeltreffende inrichtingen tegen trek- en wringbelasting op de geleiders;
- De tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen moeten uitgerust zijn met een inrichting die toelaat ze in alle veiligheid op te hangen;
- De bedieners moeten voorzien zijn van aangepaste individuele beschermingsmiddelen tegen de gevaren van elektrische schokken;
- Ieder toestel dient jaarlijks door een organisme, erkend voor de controle van de elektrische installaties, onderzocht te worden wat de naleving van de algemene en de bijzondere voorwaarden betreft. Dit organisme stelt over zijn bevindingen een verslag op dat ter beschikking wordt gehouden van de met het toezicht belaste ambtenaar.

l.2. Bijzondere voorschriften

- Voor de tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen waarvan de nullastspanning tussen de elektroden 90 V wisselspanning niet overtreft:
  - de nullastspanning aan de uitgang van de transformator mag niet groter zijn dan 90 V;
  - een handvat van de tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen moet uitgerust zijn met een schakelaar die de elektroden buiten spanning kan stellen wanneer de grootste afmeting der blanke elektroden 50 mm overschrijdt. Deze maatregel is ook van toepassing op tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen die over twee elektroden beschikken die niet mechanisch met elkaar verbonden zijn, ongeacht de lengte der blanke delen.
- voor de tangen, vorken en soortgelijke inrichtingen waarvan de nullastspanning tussen de elektroden groter is dan 90 V wisselspanning:
  - de effectieve waarde van de nullastspanning aan de uitgang van de transformator mag niet groter zijn dan 380 V;
  - de twee elektroden dienen mechanisch met elkaar verbonden te zijn en de grootste afmeting van de blanke elektroden mag in geen geval 50 mm overschrijden;
  - de elektrische stroombaan voor het bedwelmen moet uitgerust zijn met een tweepolige automatische tijdschakelaar die automatisch de toepassingsduur van de spanning beperkt tot maximum 5 seconden indien de nullastvoedingsspanning 200 V niet overschrijdt en tot maximum 1,5 seconde, indien deze spanning 200 V overtreft;
  - deze schakelaar moet van op afstand bediend worden door het sluiten van een bedieningsstroombaan gevoed op zeer lage veiligheidsspanning met een maximumwaarde van 25 V wisselspanning of 36 V gelijkspanning met rimpel en 60 V zonder rimpel. Het herhaaldelijk sluiten van de bedieningsstroombaan mag niet leiden tot een verlenging van de maximale tijdsduur voorgeschreven in voorgaand punt.

m. Het elektrostatisch aanbrengen van verven en bedekkingen

In de niet voor het publiek gewone toegankelijke ruimten van inrichtingen die personeel tewerkstellen dat onder artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk is elektrostatisch aanbrengen van verven en bedekkingen toegelaten en mogen in het bijzonder de onder hoogspanning staande elektroden van het pistool of van andere verstuivingsmiddelen die dit aanbrengen mogelijk maken, blank blijven mits het naleven van de volgende voorwaarden:

- de afmetingen van de blanke delen moeten tot een minimum herleid zijn;
- de te behandelen voorwerpen moeten geaard zijn;
- voor de pistolen en soortgelijke aanbrengmiddelen, gevoed door een generator, waarvan de kortsluitstroom beperkt is tot 0,7 mA:
  - mag de door de generator geleverde energie niet groter zijn dan 300 mJ;
  - mag de door de elektroden geleverde energie niet groter zijn dan 0,25 mJ;
  - moet de spanning tussen de elektroden en eender welk geaard voorwerp naar nul neigen wanneer deze elementen elkaar benaderen;
  - moet het handvat van het toestel een geaard metalen gedeelte bevatten. Het moet eveneens voorzien zijn van een bedieningsinrichting die alleen het onder spanning brengen van de elektroden toelaat indien een bestendige actie met de hand uitgevoerd wordt;
- voor de verstuivingsmiddelen gevoed door een generator waarvan de kortsluitstroom groter is dan 0,7 mA maar 4 mA niet overtreft:
  - moet de installatie automatisch werken;
  - moeten het verstuivingsmiddel en de elektrische voedingsleidingen onder hoogspanning zich in een ruimte bevinden die voorzien is van een doeltreffende ventilatie;
  - moet de aanwezigheid in die ruimte gedurende het aanbrengen van verf, verboden worden voor ieder persoon; de hoogspanningsvoeding mag alleen van buiten deze ruimte kunnen worden ingeschakeld en alleen indien de ventilatie verzekerd is;
  - moet de hoogspanningsvoeding automatisch afgeschakeld worden zodra de toegangsdeuren of luiken geopend worden of zodra de ruimte door een persoon betreden wordt;
  - moet het openen van de toegangsdeuren of -luiken of het betreden van de ruimte een signaal in werking stellen in de nabijheid van het bedieningsbord.

De pistolen en andere verstuivingsmiddelen, gevoed door een generator waarvan de kortsluitstroom groter is dan 4 mA, zijn verboden.

n. Hoogspanningsontstekingsinrichting van een mazoutbrander

Indien de ontstekingsinrichting van een brander gevoed wordt via een transformator met gescheiden wikkelingen waarvan het middelpunt van de secundaire wikkeling geaard is en het vermogen niet groter is dan 100 VA, mag de bescherming tegen rechtstreekse aanraking verwezenlijkt worden door het buiten bereik stellen door middel van hindernissen. Nochtans mag het wegnemen van de hindernis slechts mogelijk zijn met behulp van gereedschap.

Anderzijds, wanneer gebruik wordt gemaakt van een toestel met metalen of daarmee gelijkgesteld omhulsel overeenkomstig *4.2.2.1.b.*, moet de beschermingsgraad, verwezenlijkt door het monteren van de brander op de warmtewisselaar, ten minste IPXX-B zijn.

o. Hoogspanningsontstekingsinrichting van een gasbrander

Indien de elektrische ontstekingsinrichting voor gas een vermogen heeft dat kleiner is dan 50 VA, mag de bescherming tegen rechtstreekse aanraking verwezenlijkt worden door het buiten bereik stellen door middel van hindernissen. In dit geval moet de beschermingsgraad ten minste IPXX-B zijn. Nochtans mag het wegnemen van de hindernis slechts mogelijk zijn met behulp van gereedschap.

Indien gebruik gemaakt wordt van een transformator, dan moet hij gescheiden wikkelingen hebben.

p. Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden

p.1. Beschermingsmaatregelen

Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden mogen opgesteld worden in voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

De samenstellende delen van hun omhulsels mogen niet langs buiten kunnen gedemonteerd worden. De deur of deuren die zij omvatten worden gesloten gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:

- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat de verdeelinrichtingen in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd zijn.

Bovendien zijn bij het openen van de deur of deuren de te nemen voorzorgen om de personen die de bediening of de sturing van de toestellen uitvoeren, te beschermen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, deze bepaald in *4.2.2.4.c.* aangaande de exclusieve ruimten van de elektrische dienst.

p.2. Bediening of sturing

Indien de sturing of de bediening van de toestellen langs buiten kan geschieden mag dit slechts gebeuren door middel van een speciale afneembare sleutel of een ander speciaal afneembaar hulpmiddel.

Indien toestellen niet langs buiten kunnen bestuurd of bediend worden, mag dit alleen gebeuren door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning

De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking moet in elektrische laagspanningsinstallaties verzekerd worden door:

1. het vermijden van een isolatiefout, die tot gevolg heeft dat de potentiaal van het actief deel, in contact met de isolatie, overgebracht wordt op genaakbare delen. Dit kan bekomen worden door:
   - een veilige constructie van het elektrisch materieel;
   - een gepast onderhoud van het elektrisch materieel;
2. bovendien, bijkomende beschermingsmaatregelen te nemen, hetzij naargelang het geval:
   - door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*afdeling 2.4.3.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een totale isolatie van de inrichtingen vervaardigd in de fabriek (*afdeling 2.4.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een bijkomende isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*afdeling 2.4.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een versterkte isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*afdeling 2.4.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door andere beschermingsmaatregelen zonder onderbrekingsinrichting die geen beschermingsgeleider vereisen, beperkt tot alleenstaande toestellen of plaatselijke uitrustingen met het doel:
     - hetzij de aanrakingen ongevaarlijk te maken door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (*onderafdeling 4.2.2.2.*);
     - hetzij elektrische schokken te vermijden die kunnen voortvloeien uit een aanraking van de massa's die onder spanning kunnen komen bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen door een veiligheidsscheiding van de stroombaan (*4.2.3.3.c.*);
     - hetzij door een gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen het potentiaalverschil een gevaarlijke waarde kan bereiken door het uitvoeren van een plaatselijke equipotentiale verbinding (*4.2.3.3.d.2.*), door het verwijderen van de massa's en van de vreemde geleiders (*4.2.3.3.d.3.*), door het plaatsen van doelmatige hindernissen tussen de massa's en de vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.4.*) en/of door het isoleren van vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.5.*);
   - door beschermingsmaatregelen met automatische onderbrekingsinrichting die een verbinding vereisen van de massa's met een gewoonlijk geaarde beschermingsgeleider. Deze inrichting moet een werkingskarakteristiek hebben die de veiligheidscurve eerbiedigt (zie *tabel 2.4.* in *afdeling 2.4.1.*) rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met het aardingssysteem (zie *afdeling 3.2.2.* en *onderafdeling 4.2.3.4.*).

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig voorzien worden, mogen ze elkaar noch beïnvloeden noch teniet doen.

Indien de elektrische installatie gevoed kan worden door stroombronnen in parallel, bijvoorbeeld het openbare distributienet en een autonome stroombron, moet de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking verzekerd zijn zowel in het geval dat de installatie gevoed wordt door alle stroombronnen in parallel als in het geval dat de installatie gevoed wordt door een enkele van deze stroombronnen. De goede werking van de beschermingstoestellen mag niet nadelig beïnvloed worden door gelijkstroomcomponenten die afkomstig zijn van statische omvormers of filters.

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie

De aardingsinstallatie omvat:

- de aardverbindingen;
- de aardgeleiders;

- de beschermingsgeleiders;
- de eventuele (hoofd- en bijkomende) equipotentiale verbindingen.

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties.

Voor huishoudelijke installaties moet de aardverbinding verwezenlijkt worden conform de voorschriften van *onderafdeling 5.4.2.1* en haar spreidingsweerstand moet kleiner zijn dan 100 Ω.

De technische voorwaarden die toelaten een gemeenschappelijke aardverbinding voor verscheidene huishoudelijke installaties te realiseren, worden in *onderafdeling 5.4.2.1.* bepaald.

Voor niet-huishoudelijke installaties en indien er een differentieelstroominrichting gebruikt wordt, voldoet de spreidingsweerstand van de aardverbinding aan de voorschriften van *onderafdeling 4.2.4.4.d.*

Wanneer een hoofdequipotentiale verbinding is opgelegd, moeten één of meer hoofdequipotentiale geleiders verbonden worden met de hoofdaardingsklem. Worden er mee verbonden:
- metalen hoofdleidingen van gas (aardgas of gas in flessen) en water in het gebouw;
- metalen hoofdleidingen van centrale verwarming en klimaatregeling;
- genaakbare en vaste metalen delen van de constructie van het gebouw die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden;
- metalen delen van gelijk welke leiding die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden.

Men verstaat onder één of meer hoofdequipotentiale geleiders:
- hetzij één enkele geleider die de hierboven vermelde delen aan de hoofdaardingsklem verbindt, zonder de continuïteit van deze geleider te onderbreken;
- hetzij de hierboven vermelde delen worden elk met een afzonderlijke geleider aan de hoofdaardingsklem verbonden, zonder de continuïteit van elke geleider te onderbreken.

Wanneer een bijkomende equipotentiale geleider wordt opgelegd verbindt hij:
- alle metalen delen die gelijktijdig genaakbaar zijn, zowel massa's van vaste machines en toestellen als vreemde geleidende delen;
- de beschermingsgeleiders van alle elektrische machines en toestellen met inbegrip van deze gevoed via stopcontacten.

De bijkomende equipotentiale verbinding mag verwezenlijkt worden hetzij met geleidende delen zoals metalen gebinten, hetzij met bijkomende geleiders, hetzij met een combinatie van beide.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.4.*

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning zonder automatische onderbreking van de voeding

a. Bescherming door gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS)

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning wanneer:
1. de grootste spanning in geen enkel geval groter is dan de absolute conventionele grensspanningen aangeduid in tabel «absolute conventionele grensspanning» in *afdeling 2.4.1.* , naargelang de toestanden van het menselijk lichaam;
2. deze veiligheidsspanning geleverd wordt door één van de bronnen aangeduid in *4.2.5.3.a.;*
   het elektrisch materieel en de installatie beantwoorden aan de voorschriften van de *onderafdelingen 4.2.5.3.* en *4.2.5.5.*

b. Bescherming door isolatie van het elektrisch materieel

Deze maatregel heeft tot doel te vermijden dat genaakbare delen van elektrisch materieel op een gevaarlijke spanning zouden komen als gevolg van een fout in de basisisolatie:
- hetzij door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een gelijkwaardige veiligheid (*afdeling 2.4.3.*);
- hetzij door het gebruik van in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen die een totale isolatie hebben (*afdeling 2.4.2.*);
- hetzij door een bijkomende isolatie aan te brengen (*afdeling 2.4.2.*) op het elektrisch materieel dat enkel een basisisolatie heeft. Deze bijkomende isolatie wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie;
- hetzij door de blanke actieve delen te bedekken met een versterkte isolatie (*afdeling 2.4.2.*). Deze isolatie

wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie.

Het installeren van het elektrisch materieel (bevestiging, verbinding van de geleiders...) moet zo geschieden dat de bescherming, verzekerd overeenkomstig de fabricatievoorschriften van dit materieel, niet in het gedrang komt.

De geleidende delen binnen het omhulsel, met inbegrip van deze van het ingebouwd elektrisch materieel, mogen niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider.

De beschermingsgeleiders die de bescherming van elektrisch materieel verzorgen dat zich buiten het omhulsel bevindt maar gevoed wordt vanaf actieve delen, gelegen binnen het omhulsel mogen nochtans door dit omhulsel geleid worden. De klemmen voor dergelijke beschermingsgeleiders moeten op een gepaste wijze aangeduid zijn. In het omhulsel moeten de beschermingsgeleiders en de overeenkomstige klemmen geïsoleerd worden op dezelfde wijze als de actieve delen.

De genaakbare, geleidende delen en de tussenliggende delen mogen niet verbonden worden aan een beschermingsgeleider, uitgezonderd indien dit voorzien wordt door constructieregels van het desbetreffend materieel.

c. Bescherming door veiligheidsscheiding van de stroombanen

c.1. Algemeenheden

Het doel van de elektrische scheiding van de stroombanen is het vermijden van elektrische schokken bij het aanraken van massa's die onder spanning kunnen staan bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen van deze stroombaan.

c.2. Voeding van elektrisch materieel

De stroombaan moet gevoed worden door:
- hetzij een beschermingstransformator. Deze transformator is van de klasse II of voldoet aan de beschermingsvoorwaarde door bijkomende isolatie conform *afdeling 2.4.2.*;
- hetzij een stroombron die een gelijkwaardige veiligheidsgraad biedt, bijvoorbeeld motor-generatorgroepen die een gelijkwaardige isolatie hebben.

De nominale spanning van de secundaire stroombaan van de beschermingstransformatoren of van de motor-generatorgroepen mag niet groter zijn dan een wisselspanning van 500 V tussen actieve geleiders.

De aldus gevoede stroombaan mag geen enkel gemeenschappelijk punt hebben noch met een andere stroombaan, noch met de aarde.

c.3. Uitgestrektheid van de stroombaan

De uitgestrektheid van de stroombaan moet zodanig zijn dat het product van de spanning in V en de lengte van de elektrische leidingen in m niet groter is dan 100.000 en dat de totale lengte van de stroombaan niet groter is dan 500 m.

c.4. Verbinding van de massa's met de aarde

De massa's van de elektrische machines en toestellen, op de stroombaan aangesloten, mogen niet opzettelijk verbonden worden noch met de aarde noch met de massa's van elektrische machines en toestellen, gevoed door andere stroombanen.

Wanneer meerdere elektrische machines of toestellen op eenzelfde stroombaan aangesloten zijn, moeten hun massa's onderling verbonden worden door een niet-geaarde beschermingsgeleider.

c.5. Equipotentialiteit van de massa's

Wanneer de stroombaan meerdere contactdozen voedt, moeten deze een beschermingscontact hebben. Ten einde de equipotentialiteit van de massa's te verwezenlijken moeten deze beschermingscontacten onderling en met de massa van de eventuele generator verbonden worden, zonder geaard te zijn.

Bij snoeren moet de mantel zowel de beschermingsgeleider – hier gebruikt als equipotentiale geleider – als de actieve geleiders bevatten.

c.6. Elektrische leidingen

Indien niet kan vermeden worden dat de geleiders van de bedoelde stroombanen en van andere stroombanen ondergebracht worden in eenzelfde elektrische leiding, moet gebruik gemaakt worden van meeraderige kabels zonder enige metalen mantel of van geïsoleerde geleiders geplaatst in buizen uit isolerend materiaal. Deze geleiders en kabels moeten voldoen aan de regels van goed vakmanschap met naleving van de voorschriften van *onderafdeling 5.2.1.3.* en moeten vervaardigd zijn voor een nominale spanning die ten minste gelijk is aan de grootst voorkomende spanning. Elke stroombaan moet beschermd worden tegen overstroom.

c.7. Beschermingstoestel gebruikt bij twee rechtstreekse fouten

Wanneer eenzelfde stroombron meerdere elektrische machines of toestellen voedt verzekert een beschermingsinrichting de onderbreking, binnen een tijd die ten hoogste gelijk is aan deze gegeven door de veiligheidscurve gedefinieerd in *tabel 2.4.* in *afdeling 2.4.1.*, in het geval van twee rechtstreekse isolatiefouten ten overstaan van twee verschillende massa's en gevoed door twee geleiders op verschillend potentiaal.

d. Bescherming om een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk te maken

d.1. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel is bedoeld om, bij een fout in de basisisolatie van de actieve delen een gelijktijdige aanraking te vermijden met delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is.

Deze bescherming bestaat in het nemen van de volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk hetzij in combinatie:

- het verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen;
- het verwijderen van de respectievelijke massa's en vreemde, geleidende delen evenals het verwijderen van de massa's ten opzichte van elkaar;
- het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde, geleidende delen;
- het isoleren van de massa's of van de vreemde, geleidende delen.

d.2. Verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen

De massa's en de vreemde geleidende delen die gelijktijdig genaakbaar zijn moeten onderling verbonden worden zodat, in geval van een fout, het behoud van een potentiaalverschil groter dan de absolute waarde van de conventionele grensspanning, bepaald in de *tabel 2.3.* in *afdeling 2.4.1.*, uitgesloten wordt.

De op deze wijze verwezenlijkte equipotentiale verbindingen mogen niet in aanraking komen met de aarde, noch rechtstreeks noch via massa's of vreemde, geleidende delen.

Het gebruik van elektrisch materieel van de klasse 0 is verboden, uitgenomen dit van de klasse 01 op voorwaarde dat zijn massaklem verbonden wordt met de plaatselijke equipotentiale geleider.

Schikkingen worden genomen om te vermijden dat vreemde geleidende delen of massa's potentialen kunnen overdragen buiten de ruimte waar de maatregel is toegepast.

Schikkingen moeten genomen worden om te beletten dat personen blootstaan aan een gevaarlijk potentiaalverschil bij het binnengaan of het verlaten van de bedoelde ruimte. Dit geldt namelijk in het geval van een geleidende vloer die van de grond geïsoleerd is maar verbonden met de equipotentiale verbinding van de ruimte.

d.3. Massa's onderling verwijderen evenals van de vreemde geleidende delen

De verwijdering van de massa's onderling evenals van de vreemde, geleidende delen wordt verwezenlijkt door het zodanig opstellen van de massa's en de vreemde, geleidende delen dat het onmogelijk wordt voor personen, die zich in gewone omstandigheden bevinden, gelijktijdig in aanraking te kunnen komen hetzij met een massa of een vreemd geleidend deel hetzij met twee massa's indien deze op verschillende potentialen kunnen gebracht worden.

In dergelijke ruimten mag geen enkele beschermingsgeleider voorzien worden.

Om de gewone omstandigheden te bepalen wordt rekening gehouden met de vorm en de afmetingen van de voorwerpen die gewoonlijk gebruikt worden op deze ruimten.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer, binnen het genaakbaarheidsgabarit, deze horizontale afstand 2 m bedraagt en erbuiten 1,25 m.

d.4. Het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde geleidende delen

Deze hindernissen worden als doeltreffend beschouwd indien de te overbruggen afstand hierdoor wordt gebracht op de waarden aangegeven in *d.3.* hiervoor. Zij moeten degelijk bevestigd worden en moeten weerstaan aan de krachten die kunnen optreden. Zij mogen niet verbonden worden noch met de aarde noch met massa's. In de mate van het mogelijke moeten ze bestaan uit isolerende stof.

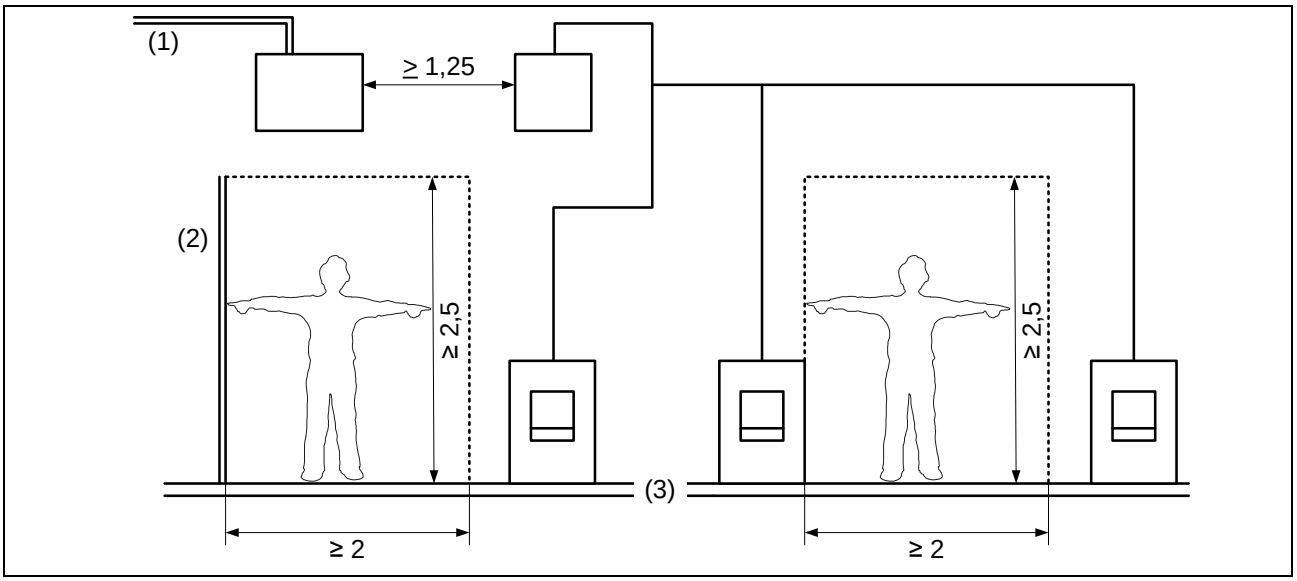
d.5. Het isoleren van massa's of van vreemde geleidende delen

Deze maatregel is van toepassing op bepaalde massa's of vreemde geleidende delen die zo geïnstalleerd zijn dat elke galvanische verbinding met andere massa of vreemde geleidende delen uitgesloten is.

Deze elektrische scheiding bestaat ten minste uit het aanwenden van een isolerend stuk of deel.

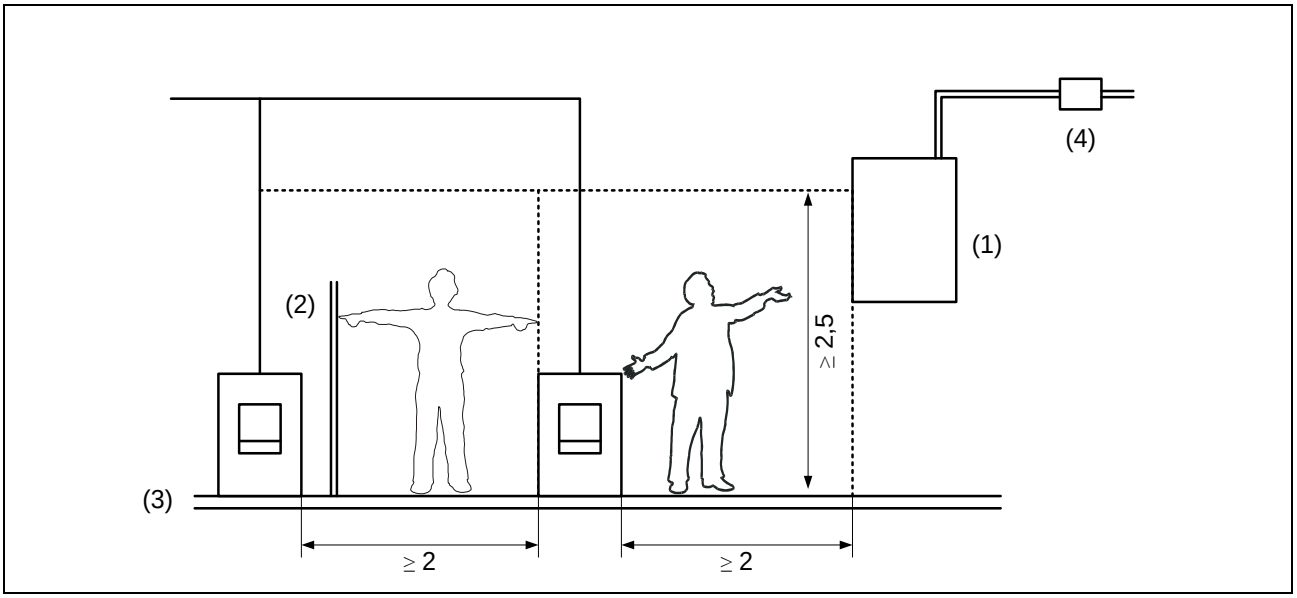
De genaakbare massa's of vreemde geleidende delen, aldus beschermd door een isolatie, worden buiten beschouwing gelaten in het genaakbaarheidsgabarit. Het isolerend stuk of deel moet een voldoende mechanische sterkte hebben en moet weerstaan aan typeproeven met een proefspanning van ten minste 2000 V wisselspanning op industriële frequentie en dit gedurende één minuut. Onder normale omstandigheden van uitwendige invloeden mag dan de lekstroom niet groter zijn dan 1 mA.

Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1)



Afstanden in meter
(1) Geleidend deel
(2) Wand uit niet-isolerende stof maar geïsoleerd
(3) Isolerende vloer

Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2)



Afstanden in meter
(1) Geleidend deel
(2) Hindernis (isolerende of geïsoleerde wand)
(3) Isolerende vloer
(4) Isolerend stuk

d.6. Bijkomende maatregelen

De getroffen maatregelen moeten aangepast zijn aan de normaal te voorziene invloeden en behouden hun doeltreffendheid in de tijd. Er dient namelijk op gelet te worden dat de vochtigheid geen gevaar kan opleveren voor de eigen isolatie van de vloeren, de wanden en de hindernissen of voor hun isolerend vermogen ten overstaan van de aarde.

Ze moeten eveneens de doeltreffende bescherming verzekeren aan beweegbare machines en toestellen indien hun gebruik voorzien wordt of mogelijk is.

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging

a. Principe

a.1. Algemeenheden

Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking van de voeding moeten steunen op de eerbiediging van de veiligheidscurve bepaald in *tabel 2.4.*

Hun toepassing vereist de verbinding van de massa's met een beschermingsgeleider evenals een onderbrekingstoestel waarvan de werkingskarakteristieken toelaten de veiligheidscurve te eerbiedigen, rekening houdend met de impedanties van de foutlussen en het aardverbindingssysteem.

a.2. Kennis van de aardverbindingssystemen

Bedoelde beschermingsmaatregelen vereisen de coördinatie tussen:
- het aardverbindingssysteem; en
- de karakteristieken van de beschermingsinrichting.

De uitbater van het voedingsnet bepaalt het aardverbindingssysteem van zijn net. De installateur die dit systeem niet kent, moet inlichtingen vragen aan de uitbater.

a.3. Verwittigings- of onderbrekingsinrichtingen

Naargelang het geval moeten beschermingsinrichtingen tegen maximumstroom, differentieelstroominrichtingen, beschermingsinrichtingen tegen foutspanning en/of bewakingsinrichtingen van de isolatie aangewend worden.

a.4. Verplichting van een beschermingsgeleider

Het is niet toegelaten differentieelstroominrichtingen aan te wenden als enig beschermingsmiddel tegen onrechtstreekse aanraking zonder gebruik te maken van een beschermingsgeleider, zelfs indien de differentiële aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk aan 30 mA.

Wanneer een beschermingsinrichting tegen foutspanning gebruikt wordt moet deze derwijze geïnstalleerd worden dat haar werking bij de aangeduide foutspanningen verzekerd is. Het spanningsgevoelig element moet enerzijds verbonden worden met de beschermingsgeleider, die de massa's onderling verbindt, en anderzijds met een geïsoleerde geleider, aangesloten op een hulpaardelektrode. De beschermingsgeleider mag slechts verbonden worden met de massa's van de elektrische machines en toestellen waarvan de voeding moet onderbroken worden wanneer bij een fout de beschermingsinrichting werkt. De hulpaardelektrode moet elektrisch gescheiden zijn en onafhankelijk zijn van alle andere geaarde metalen delen, zoals metalen constructies, metalen buizen, metalen kabelmantels. Aan deze laatste voorwaarde wordt voldaan indien de hulpaardelektrode geplaatst wordt op een afstand van ten minste 15 m van andere aardverbindingen en dit bij afwezigheid van ondergrondse metalen structuren die de elektrische weerstand van het terrein over deze afstand zouden kunnen verminderen.

a.5. Verplichting van een hoofdequipotentiale geleider

In elk gebouw (zowel de huishoudelijke installaties als de niet-huishoudelijke installaties) is de hoofdequipotentiale verbinding verplicht. Ze moet zijn conform de voorschriften van *onderafdeling 5.4.4.1.* en rekening houdende met de voorschriften van *onderafdeling 4.2.3.2.*

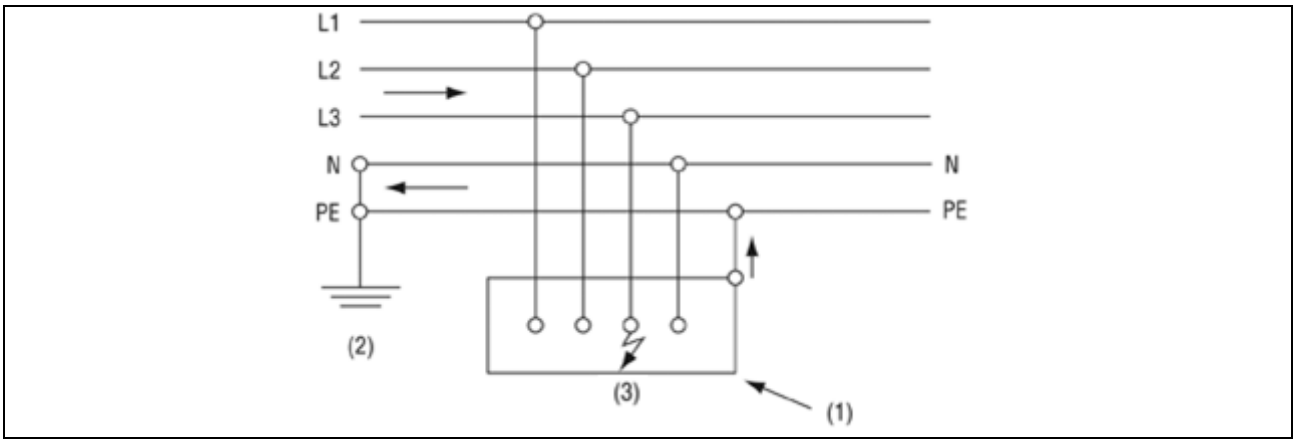
b. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TN-net

b.1. Foutlus

Elke rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de massa van het elektrisch materieel veroorzaakt een kortsluiting tussen deze fasegeleider en de beschermingsgeleider.

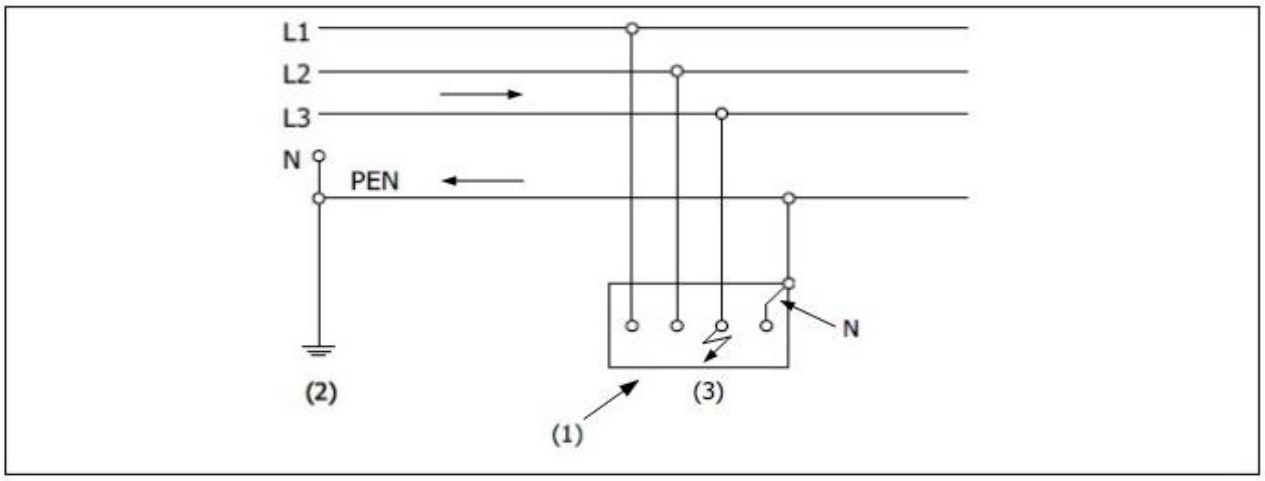
Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen.

Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem



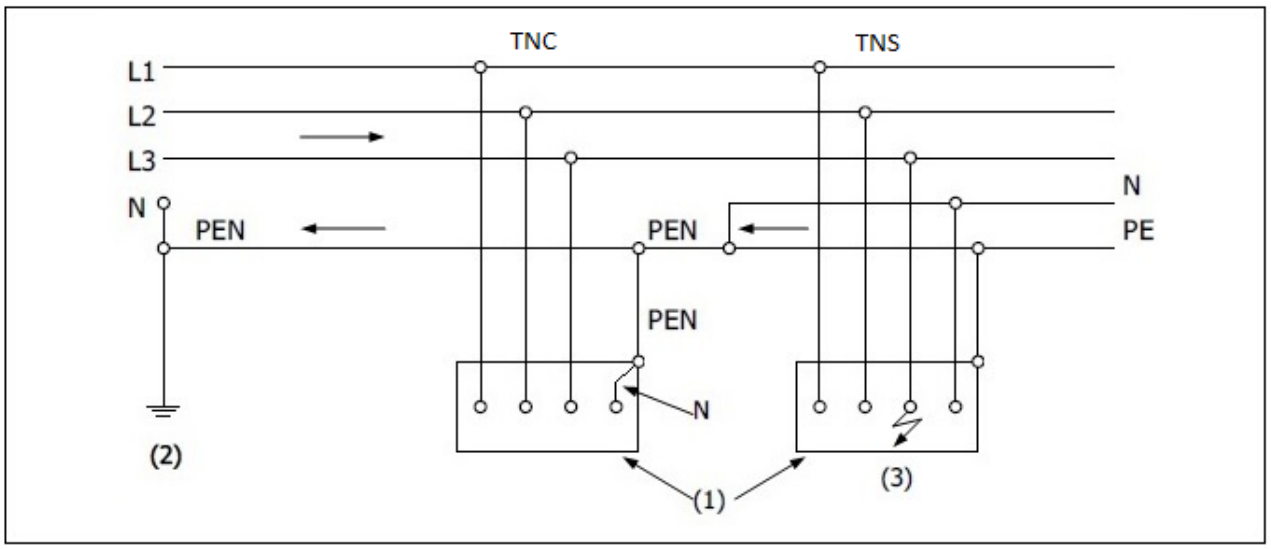
(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem



(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Wanneer één geleider zowel de functie van nulgeleider als deze van beschermingsgeleider vervult (TN-C-systeem), moet de bescherming verzekerd worden door beschermingsinrichtingen tegen overstroom.

b.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de geleiders moet zodanig gekozen worden dat de uitschakeling binnen een gepaste tijd plaatsheeft indien zich op een willekeurige plaats een rechtstreekse fout voordoet tussen een fasegeleider en de beschermingsgeleider of een, met deze laatste verbonden, massa.

Deze voorwaarde is vervuld indien, met U_o de spanning van dat net ten opzichte van de aarde en Z_s de impedantie van de foutlus, de stroom I_a bepaald door de formule:

$$I_a \leq \frac{U_o}{Z_s}$$

de werking verzekert van de automatische onderbrekingsinrichting binnen een tijd bepaald door de veiligheidscurve.

In de bijzondere gevallen waar een rechtstreekse fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde, moet de globale aardingsweerstand R_B aan de volgende voorwaarde voldoen:

$$R_B \leq \frac{U_L \cdot R_E}{U_o - U_L}$$

Daarin is:

U_L: de absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.*;

R_E: de te verwachten minimale contactweerstand met de aarde van de geleidende delen die niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider en door dewelke een fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde. Er mag verondersteld worden dat de waarde van deze weerstand 5 Ω bedraagt.

b.3. TN-C-systeem

Bij vaste installaties, tweefasige stroombanen uitgezonderd, heeft de PEN-geleider een doorsnede die ten minste 10 mm² in koper of 16 mm² in aluminium bedraagt.

In dit geval wordt de bescherming verzekerd door beveiligingen tegen maximumstroom.

b.4. TN-C-S-systeem

Indien de PEN-geleider vanaf een bepaald punt van het net ontdubbeld wordt volgens zijn twee functies van nulgeleider en beschermingsgeleider, is het verboden deze beschermingsgeleider en deze nulgeleider stroomafwaarts van dit punt opnieuw met elkaar te verbinden.

Op de plaats van de ontdubbeling moeten afzonderlijk klemmen of onderbrekingsbruggen voorzien worden voor de beschermingsgeleider en voor de nulgeleider. Deze schikking moet een rechtstreekse en blijvende verbinding verzekeren van de gemeenschappelijke geleider met de beschermingsgeleider.

b.5. Gebruik van differentieelstroominrichting

Indien bij bepaalde elektrische toestellen of delen van elektrische installaties een of meerdere bovengenoemde voorwaarden niet geëerbiedigd worden, moeten deze toestellen of delen van installaties beschermd worden door een differentieelstroominrichting.

Bij aanwending van deze schakelaar is het toegelaten de massa's niet te verbinden met de beschermingsgeleider van het verdeelnet als zij verbonden zijn met een aardverbinding waarvan de weerstand aangepast is aan de aanspreekstroom van de differentieelstroominrichting.

De stroombaan, beschermd door deze differentieelstroominrichting, moet dan beschouwd worden als een TT-systeem en de beschermingsmaatregelen waarvan sprake in onderstaande *punt c.*, die betrekking hebben op dat TT-systeem, moeten toegepast worden.

Indien er echter geen onafhankelijke aardverbinding bestaat moet de aansluiting van de massa's op de beschermingsgeleider stroomopwaarts van de differentieelstroominrichting tot stand gebracht worden.

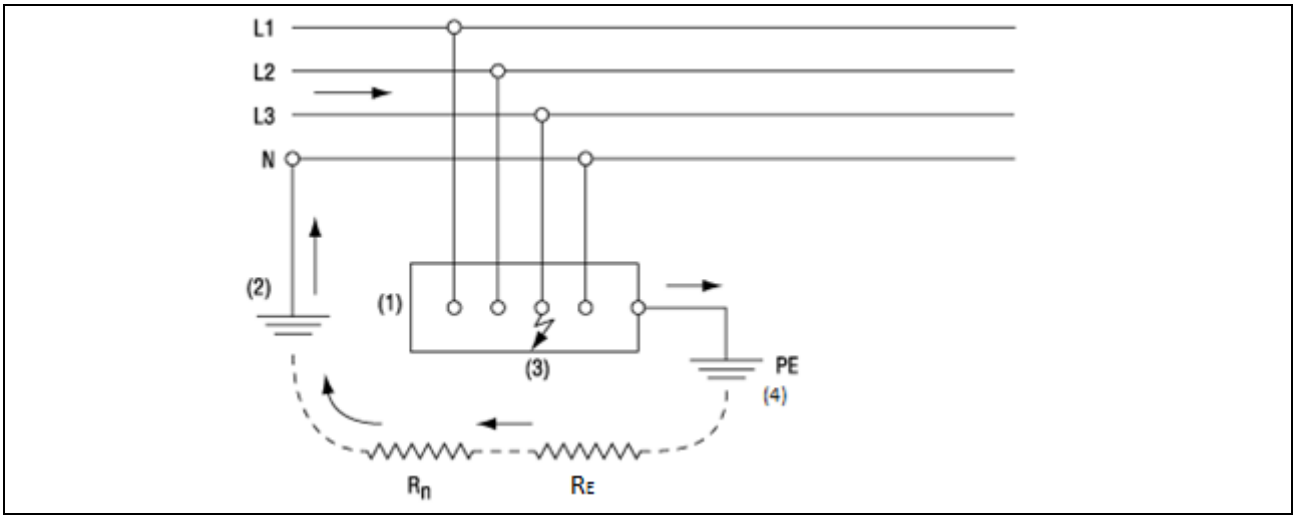
c. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TT-net

c.1. Foutlus

De aarde is meestal een deel van de foutlus, wat de mogelijkheid niet uitsluit van gewilde of feitelijke elektrische verbindingen tussen de aardverbindingen van de massa's van de installatie en deze van het verdeelnet.

De foutstromen, van fase naar massa, worden beperkt door de impedantie van de foutlus en hebben een lagere intensiteit dan de kortsluitstromen.

Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Fout
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

c.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De aanspreektijd van de beschermingsinrichting mag niet groter zijn dan de tijd bepaald door de veiligheidscurve voor de te verwachten contactspanning.

Nochtans, behalve in de huishoudelijke installaties, kunnen dwingende redenen van selectiviteit van de beschermingsmiddelen leiden tot een aanspreektijd van maximaal 1 seconde voor vaste toestellen mits het akkoord van de met het toezicht belaste ambtenaar.

De weerstand R_E van de aardverbinding waarmee de massa's van de installatie verbonden zijn, moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan de waarde van de absolute conventionele grensspanning U_L, bepaald in *tabel 2.3.*, gedeeld door de nominale stroom I_A die de werking van het beschermingstoestel verzekert, dus:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_A}$$

In geval er gebruik gemaakt wordt van een differentieelstroominrichting moeten de waarden van de differentiële aanspreekstroom en van de spreidingweerstand van de aardverbinding bepaald worden naargelang het type van installatie:
- in *4.2.3.2.* en *4.2.4.3.b.* voor huishoudelijke ruimten;
- in *4.2.4.4.d.* voor niet-huishoudelijke ruimten;
- in *afdeling 7.11.2.* voor foorinstallaties;
- in afdeling *7.101.2.* voor voertuigen en aanhangwagens voor wegvervoer, tijdens het stationeren.

c.3. Plaatsing van de differentieelstroominrichting

Alle massa's beschermd door een zelfde differentieelstroominrichting moeten met dezelfde aardverbinding verbonden worden.

De nulgeleider mag stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet geaard worden.

c.4. Bescherming van de nulgeleider

De nulgeleider moet geïsoleerd zijn en op dezelfde wijze geplaatst worden als een fasegeleider.

Indien stroomopwaarts of in de beschouwde stroombaan geen differentieelstroominrichting bestaat moet een overstroomdetectie voorzien worden in de nulgeleiders behalve in de bijzondere gevallen vermeld in de *onderafdelingen 4.4.4.3.* en *4.4.4.4.*

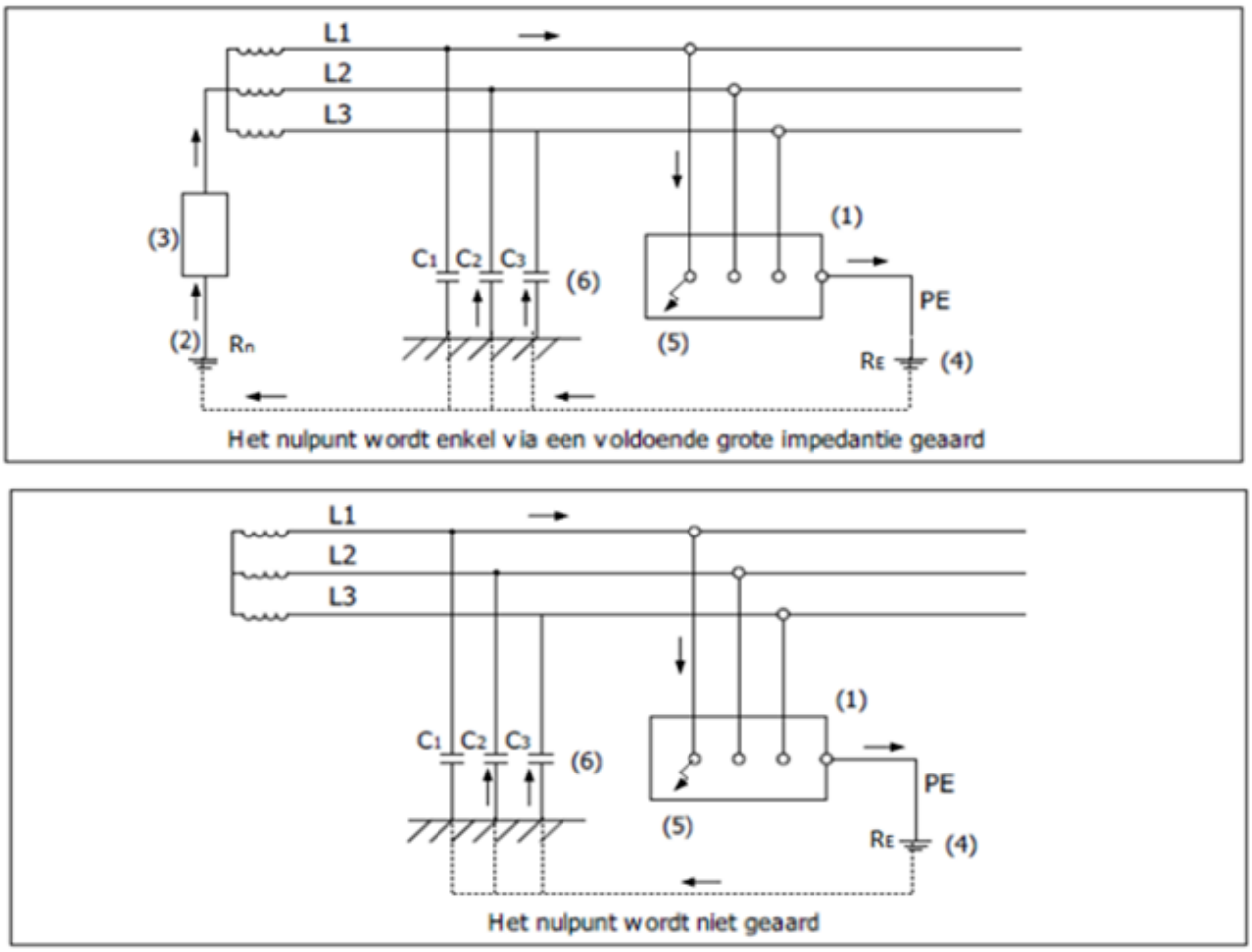
Zij moet de onderbreking veroorzaken van de voeding, de nulgeleider inbegrepen, wanneer:

- hetzij de nulgeleider, bij een rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de aarde, een spanning ten opzichte van de aarde vertoont groter dan de absolute conventionele grensspanning;
- hetzij het optreden van rechtstreekse fout in deze stroombaan de werking van beschermingsinrichtingen van de fasegeleiders niet veroorzaakt.

d. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een IT-net

d.1. IT-systeem

Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Lekcapaciteit

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- toestellen voor isolatiecontrole;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

d.2. Spreidingsweerstand van de aardverbinding van de massa's

De aardingsweerstand R_E van de aardverbinding van de massa's moet voldoen aan volgende voorwaarde:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

Daarin is:
I_d: foutstroom bij een eerste rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en een massa. De waarde I_d houdt rekening met de lekstroom en de globale aardingsimpedantie van de elektrische installatie;

U_L: absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.*

d.3. Plaatsing van een toestel voor permanente isolatiecontrole

De elektrische installatie moet bewaakt worden door een toestel voor permanente isolatiecontrole indien het noodzakelijk is het ontstaan te melden van een eerste fout van een actief deel van de elektrische installatie ten opzichte van de massa of van de aarde. Dit toestel moet:

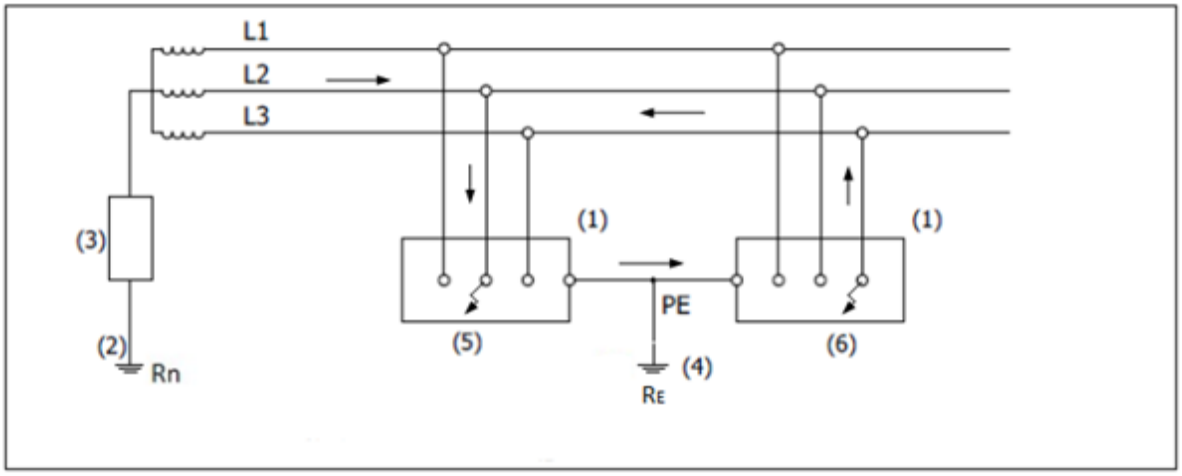
- hetzij een optisch of een akoestisch signaal in werking stellen;
- hetzij de voeding automatisch onderbreken.

d.4. Te nemen maatregelen bij het ontstaan van een eerste isolatiefout

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse isolatiefout meldt, moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

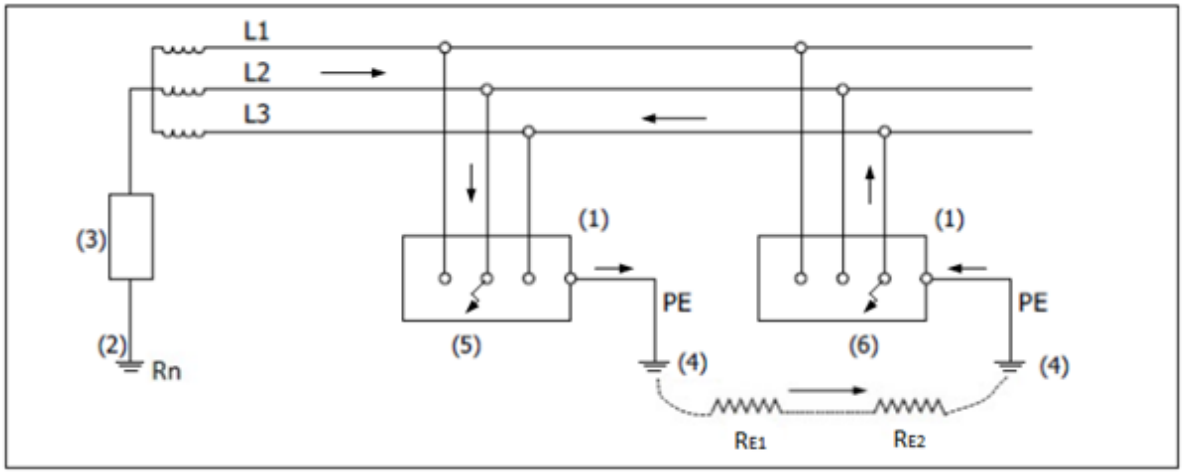
d.5. Te nemen maatregelen in geval van twee gelijktijdige isolatiefouten

Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Om zich te beschermen tegen de gevaren die zouden kunnen optreden door de aanwezigheid van twee gelijktijdige isolatiefouten in twee verschillende fasen of in een fase en de nulgeleider moeten de beschermingsmaatregelen, voorgeschreven voor de installaties gevoed door een TN- of TT-net, toegepast worden naargelang alle massa's al dan niet met elkaar verbonden zijn door middel van een beschermingsgeleider. De *figuren 4.8 en 4.9.* zijn van toepassing zowel voor een IT-net dat geïsoleerd is van de aarde of verbonden is met de aarde via een impedantie.

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied

a. Algemeenheden

Met uitzondering van gevallen, vermeld in het hierna volgend *punt b.*, worden de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking steeds vereist wanneer een persoon gelijktijdig kan aanraken:
- hetzij een massa en een vreemd geleidend deel;
- hetzij een massa en een niet-isolerende wand of vloer;
- hetzij een massa en de aardepotentiaal;
- hetzij twee massa's.

De toe te passen regels voor laagspanningsinstallaties in huishoudelijke ruimten worden vermeld in *onderafdeling 4.2.4.3.*

In niet-huishoudelijke ruimten zijn de na te volgen regels voor laagspanningsinstallaties bepaald in *onderafdeling 4.2.4.4.*

Voor bijzondere gevallen, zoals zwembaden, toestellen voor onderwaterverlichting, therapeutische badinrichtingen, sauna's, collectieve stortbadzalen, geleidende afgesloten ruimten, buiten- of werfinstallaties, voeding van auto's of aanhangwagens voor wegvervoer, kampeerwagens, kampeerauto's..., tijdens het stationeren, foorinstallaties, worden de na te volgen regels gegeven in *deel 7.*

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de voorschriften vastleggen die van toepassing zijn in andere bijzondere gevallen.

b. Uitzonderingen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel moet genomen worden in volgende gevallen:
1. bij installaties waarvan de actieve delen van het elektrisch materieel, blank mogen blijven in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
2. voor zichtbare metalen buizen, voor zover de er in getrokken geleiders een bijkomende isolatie hebben en ze geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *afdeling 2.7.1.*).
3. bij draagijzers, steunen en ermede verbonden metalen delen, wanneer de spanning 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning niet overschrijdt en ze zich niet binnen het genaakbaarheidsgabarit bevinden;
4. voor elektromagneten van contactoren of relais, transformatorkernen en voor magnetische onderdelen van uitschakelaars voor zover deze delen massa's zijn;

Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden

Drie soorten uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden om de keuze van elektrisch materieel en de te treffen beschermingsmaatregelen te rechtvaardigen in functie van de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, te weten:
- de uitwendige invloed van de huidvochtigheid op de elektrische weerstand van het menselijk lichaam (BB: zie *tabel 2.3.*);
- de aanraking van personen met de aardpotentiaal (BC: zie *afdeling 2.10.13.);*
- de aanwezigheid van water (AD: zie *afdeling 2.10.3.*).

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in huishoudelijke ruimten

a. Elektrisch materieel

Het gebruik van elektrische machines of toestellen van de klasse 0 is verboden. De eventuele massa's van elektrisch laagspanningsmaterieel van de klasse I moeten verbonden zijn met de beschermingsgeleider van de elektrische voedingsleiding.
Nochtans is het toegelaten in huishoudelijke ruimten de massa's van vaste verlichtingstoestellen van de klasse I, met lamphouders die een beschermingsgraad hebben die kleiner is dan IPXX-B, niet te verbinden met de beschermingsgeleider van de elektrische leiding.

b. Bescherming van stroombanen in het algemeen

Ten minste een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom van ten hoogste 300 mA moet in het begin van de installatie aangebracht worden.
Gepaste maatregelen moeten de ongenaakbaarheid van de ingangsklemmen van het beschermingstoestel verzekeren. Het blijvend karakter van deze ongenaakbaarheid moet verwezenlijkt worden door verzegeling uitgevoerd door de persoon die volgens *afdeling 6.4.1.* belast is met de gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname.
Indien de spreidingsweerstand van de aardverbinding groter is dan 30 Ω, moet deze bescherming aangevuld worden met inrichtingen met grote of zeer grote gevoeligheid, waarvan één voor het geheel van de verlichtingsstroombanen, één voor elke andere stroombaan of groep van stroombanen die ten hoogste 16 enkelvoudige of meervoudige contactdozen bevat. Nochtans worden differentieelstroominrichtingen met een aanspreekstroom van 100 mA toegelaten voor het beschermen van elektrische kookfornuizen, van koelkasten en van diepvriezers.
In het geval van een belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding in een oude huishoudelijke elektrische installatie bedoeld in *deel 8*, moet de in dit voorschrift vereiste differentieelstroominrichting het geheel van de elektrische installatie beschermen.

Het is toegelaten in afwijking van de 1ste alinea van *punt b.*, de differentieelstroominrichting in het begin van de installatie voor de veiligheidsstroombanen (*hoofdstuk 5.5.*) en de kritische stroombanen (*hoofdstuk 5.6.*) van de gemeenschappelijke delen van een residentieel geheel niet te plaatsen.

c. Bescherming van installaties in badkamers en stortbadzalen, alsook van wasmachines, droogkasten en afwasmachines

Vast opgestelde gebruikstoestellen, stuur- en regeltoestellen en contactdozen, toegelaten in stortbadzalen en badkamers (zie tevens *hoofdstuk 7.1.*), de inrichtingen voor het aansluiten van wasmachines, droogkasten en afwasmachines, moeten door een differentieelstroominrichting met een grote of zeer grote gevoeligheid worden beschermd. Deze inrichting is ondergeschikt aan deze geplaatst aan het begin van de installatie.
Nochtans is deze bescherming niet noodzakelijk voor contactdozen gevoed via een individuele beschermingstransformator overeenkomstig de voorschriften van *4.2.3.3.c.*
De differentieelstroominrichting met een grote of zeer grote gevoeligheid mag ook gebruikt worden om stroombanen van andere lokalen of plaatsen te beschermen.
De stroombanen van de stortbadzaal en de badkamer mogen ook elektrisch materieel in andere lokalen of plaatsen voeden.

d. Stroombanen met verwarmingsweerstanden, verzonken in vloeren of materialen

Indien de verwarming uitgevoerd wordt door middel van weerstanden, verzonken in vloeren of in materialen gevoed op een spanning groter dan 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel moet de elektrische verwarmingsinstallatie uitgerust worden met een afzonderlijk beschermingstoestel met grote gevoeligheid (30 mA) of met middelgrote gevoeligheid (100 mA).

Onderafdeling 4.2.4.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in niet-huishoudelijke ruimten

De volgende voorschriften zijn van toepassing in de niet-huishoudelijke ruimten.

a. Droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden

In de droge ruimten (AD1) met niet-geleidende vloeren en wanden (BC1) mogen de bijzondere voorschriften van *4.2.3.3.d.* toegepast worden.

b. Andere ruimten

In ruimten, andere dan droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden, zijn de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking:

- hetzij actieve maatregelen overeenkomstig onderafdeling *4.2.3.4.* naargelang het aardverbindingssysteem;
- hetzij, voor bepaalde plaatsen of materieel, andere beschermingsmaatregelen zoals:
  - gebruik van materieel van de klasse II (*afdeling 2.4.3.*) of met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II;
  - veiligheidsscheiding van de stroombanen (*4.2.3.3.c.);*
  - zeer lage veiligheidsspanning (*4.2.3.3.a* en *onderafdelingen 4.2.5.3.* en *4.2.5.5.*);
  - de bijzondere schikkingen van *4.2.3.3.d.*

c. Vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3)

De vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3) zijn gekenmerkt door de gelijktijdige aanwezigheid van volgende uitwendige invloeden:
- de aanwezigheid van water is gekenmerkt door de uitwendige invloeden AD6 (inwerking van watermassa's), AD7 (overstroming) of AD8 (onderdompeling);
- de contacten met de aardpotentiaal zijn frequent (BC3) of blijvend (BC4).

In al deze gevallen is enkel het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning toegelaten. De spanning moet begrensd zijn tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel.

Nochtans worden grotere spanningen toegelaten in geleidende ruimten voor zekere bijzondere toepassingen, overeenkomstig de voorschriften van *hoofdstuk 7.6.*

d. Gebruik van een differentieelstroominrichting

Indien een differentieelstroominrichting gebruikt wordt, mag de spreidingsweerstand van de aardverbinding niet groter zijn dan 500 Ω voor de droge en niet-geleidende ruimten, en 240 Ω voor andere ruimten.

De gevoeligheid van het beschermingstoestel moet bepaald worden in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding zoals aangegeven in *tabel 4.4.*

Tabel 4.4. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding

Spreidingsweerstand van de aardverbinding		***Nominale aanspreekstroom van het beschermingstoestel***
Droge en niet-geleidende ruimten	***Andere ruimten***	
tot 50 Ω	tot 24 Ω	1000 mA
van 50 tot 100 Ω	van 24 tot 48 Ω	500 mA
van 100 tot 166 Ω	van 48 tot 80 Ω	300 mA
van 166 tot 500 Ω	van 80 tot 240 Ω	100 mA, met grote en zeer grote gevoeligheid

Afdeling 4.2.5. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning

Onderafdeling 4.2.5.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS)

De zeer lage spanning wordt geleverd:
1. hetzij door autonome voedingsbronnen, zoals:
   - elektrochemische voedingsbronnen (vb. accumulatorbatterijen); ofwel
   - andere autonome voedingsbronnen waarvan de voeding niet van elektrische aard is;
2. hetzij vanaf een elektrische installatie door middel van toestellen met elektrisch gescheiden wikkelingen, op voorwaarde dat deze toestellen:
   - scheidingstransformatoren zijn;
   - inrichtingen zijn die een veiligheidsniveau hebben dat gelijkwaardig is aan dit van scheidingstransformatoren;

   - zodanig ontworpen zijn dat bij een fout tussen de primaire en de secundaire wikkeling vermeden wordt:
     - dat hetzij de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen door bij dit materieel de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking toe te passen overeenkomstig *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*;
     - dat hetzij een niet-veilige contactspanning behouden blijft op de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning gedurende een tijd die de maximale duur, aangehaald in *tabel 2.4.* overtreft door deze massa's te verbinden met de beschermingsgeleider van de primaire stroombaan en door, voor dit materiaal, de beschermingsmaatregelen overeenkomstig de *onderafdeling 4.2.3.4.* toe te passen;
3. hetzij door elektronische inrichtingen, waarbij constructieve maatregelen genomen zijn om te voorkomen dat, zelfs in geval van een inwendig defect van deze inrichtingen, de spanning aan de uitgangsklemmen

niet hoger kan worden dan de absolute conventionele grensspanning bepaald in *tabel 2.3.*
Hogere spanningswaarden zijn nochtans toegelaten wanneer, bij rechtstreekse of onrechtstreekse aanraking, deze spanning wordt herleid tot de absolute conventionele grensspanningen binnen een tijd bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen bepaald in *tabel 2.4.*

De nominale spanning van deze voedingsbronnen op zeer lage spanning, met uitzondering van de bronnen vermeld in het *punt 3.* hiervoor, mag niet groter zijn dan de waarden bepaald in *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*

Onderafdeling 4.2.5.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS)

a. Algemeenheden

a.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 1500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

a.2. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Bij een isolatiefout tussen het voedend net en het ZLFS-net en bij een fout in het ZLFS-net moet vermeden worden dat de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen:
- hetzij gedurende een tijd die de maximale duur bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen overtreft door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *onderafdeling 4.2.3.4.*;
- hetzij door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*

a.3. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3.* «Bescherming tegen thermische invloeden» en van *hoofdstuk 4.4.* «Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing. Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

b. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLFS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere spanning;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLFS.

Onderafdeling 4.2.5.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS)

a. Voedingsbronnen

De ZLVS en de ZLBS mogen enkel geleverd worden door één van de stroombronnen op zeer lage spanning aangehaald:
- hetzij in *punt 1.* van *onderafdeling 4.2.5.1.*;
- hetzij in de eerste twee streepjes van *punt 2.* van *onderafdeling 4.2.5.1.*, waarbij deze toestellen een scheidingsniveau hebben gelijkwaardig aan dit van een veiligheidstransformator;
- hetzij in *punt 3.* van *onderafdeling 4.2.5.1.*, waarbij de hogere spanningswaarde bedoeld in het tweede lid slechts toegelaten is voor ZLBS.

Indien de elektrische installatie op zeer lage veiligheidsspanning gevoed wordt door gelijkspanning, bekomen door één of meer gelijkrichters, is de absolute conventionele grensspanning toepasselijk op de uitgang van de transformator en dit zonder afbreuk te doen aan de voorschriften van de *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*met betrekking tot gelijkspanning.

De verplaatsbare voedingsbronnen zoals de veiligheidstransformatoren of de elektromotor-generatorgroepen zijn gekozen of geïnstalleerd overeenkomstig de voorschriften betreffende de beschermingsmaatregelen inzake het gebruik van materieel van de klasse II of daaraan gelijkwaardig.

b. Actieve delen

De actieve delen van de stroombanen op ZLVS en ZLBS zijn fysisch gescheiden t.o.v. elkaar en t.o.v. andere

stroombanen.

Maatregelen zijn genomen om een beschermingsscheiding te verwezenlijken; deze regel is niet van toepassing op de verbinding van de ZLBS t.o.v. de aarde.

c. Elektrische leidingen

Teneinde de beschermingsscheiding vermeld in *b.* te verwezenlijken, moet één van de hierna vermelde schikkingen zijn getroffen:
- een fysische scheiding van minimum 10 mm tussen de geleiders van stroombanen op ZLVS en op ZLBS en de geleiders van andere stroombanen;
- de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS moeten, naast hun basisisolatie, voorzien zijn van een bijkomende isolatie (mantel, buis...);
- een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

d. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLVS en ZLBS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactstoppen op ZLVS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLBS en de contactstoppen op ZLBS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLVS;
- de contactdozen op ZLVS omvatten noch een beschermings- noch een aardcontact. De contactdozen op ZLBS mogen daarentegen wel een beschermings- of een aardcontact omvatten.

e. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3.* «Bescherming tegen thermische invloeden» en van *hoofdstuk 4.4.* «Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing.

Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

Onderafdeling 4.2.5.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Afwijkingen

Ongeacht de hoger vermelde bepalingen is een bescherming tegen rechtstreekse aanraking niet noodzakelijk voor elektrisch materieel op ZLBS gelegen in een geaarde equipotentiale zone en voor zover de waarde van de nominale spanning niet hoger is dan de waarden vermeld in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.2.*

Onderafdeling 4.2.5.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan hoger is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.2.* dient de bescherming tegen rechtstreekse aanraking te worden verzekerd overeenkomstig de voorschriften van *onderafdeling 4.2.5.4.a.*.

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan gelijk is aan of lager is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.2.* is geen bescherming tegen rechtstreekse aanraking noodzakelijk.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Verboden verbindingen

De actieve delen van elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- actieve delen behorende tot andere stroombanen;
- beschermingsgeleiders behorende tot andere stroombanen.

De massa's van het elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- de beschermingsgeleiders of massa's van andere installaties;
- geleidende delen, tenzij deze onmogelijk op een potentiaal kunnen worden gebracht hoger dan de absolute conventionele grensspanning.

Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe

De personen en de goederen die zich in de nabijheid van elektrisch materieel bevinden, moeten beschermd worden tegen thermische invloeden voortkomend uit de werking van dit materieel en in het bijzonder tegen de volgende uitwerkingen:
- gevaar voor brandwonden;
- brandgevaar:
  - verbranding of ontaarding van het materiaal;
  - aantasting van de veilige werking van het geïnstalleerde elektrisch materieel;
  - uitbreiding van brand door de elektrische installatie;
- ontploffingsgevaar.

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen

Materiaal: stof die gebruikt wordt in bouwelementen en in de fabricatie van elektrisch materieel.

Onbrandbaar materiaal: materiaal dat niet kan branden. In de praktijk wordt een materiaal als onbrandbaar beschouwd wanneer, tijdens een genormaliseerde test gedurende dewelke het materiaal aan een voorgeschreven verwarming wordt blootgesteld, geen enkel uitwendig verschijnsel vastgesteld wordt dat wijst op een aanzienlijke warmteontwikkeling.

Brandbaar materiaal: materiaal dat kan branden, met andere woorden dat kan reageren met zuurstof onder afgifte van warmte. Het verschijnsel gaat in het algemeen gepaard met vlamontwikkeling en/of gloeiing. In dit enopzicht overtreffen de te beschouwen zuurstofconcentraties deze van de omgevingslucht niet, tenzij in uitzonderlijke gevallen.

Ontvlambaar materiaal (vlamverspreidend materiaal): materiaal dat begint te branden en blijft branden in gasvormige toestand, meestal gepaard met uitstraling van licht, terwijl het onder invloed staat of heeft gestaan van een warmtebron.

Vlamvertragend materiaal: materiaal dat eventueel na behandeling de eigenschap heeft de verspreiding van de vlam te vertragen.

Zelfdovend materiaal (niet-vlamverspreidend materiaal): materiaal dat de eigenschap heeft de verbranding uit zichzelf te beëindigen nadat de warmtebron, die zijn verbranding heeft doen ontstaan, weggenomen werd.

Onbrandbaar gemaakt materiaal: materiaal dat door behandeling de eigenschap heeft verkregen zijn geschiktheid tot verbranding te verliezen of gevoelig te verminderen.

Verwarmingstoestel: toestel dat hoofdzakelijk bestemd is om te verwarmen of te koken maar dat een motor en gelijkaardige inrichtingen kan bevatten waarvan het vermogen niet groter is dan 25 % van het totale vermogen.

Vlampunt: laagste temperatuur, gecorrigeerd tot een druk van 101,325 kPa, waarbij een vloeistof onder de beschreven omstandigheden zodanig verdampt, dat in het testvat een brandbaar mengsel van lucht en damp wordt gevormd.

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden

Volgende uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden bij het kiezen van elektrisch materieel en van de te nemen voorzorgsmaatregelen voor de bescherming tegen thermische effecten:
- de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE; zie *afdeling 2.10.15.*);
- bouwmaterialen (CA; zie *afdeling 2.10.16.*);
- structuren van de gebouwen (CB; zie *afdeling 2.10.17.*).

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel

Met uitzondering van elektrisch materieel, zoals kooktoestellen, ovens, lastoestellen, strijkijzers..., waarvoor de regels van goed vakmanschap de temperatuursgrenzen voor de genaakbare oppervlakken vastleggen, mogen de uitwendige oppervlakken van de omhulsels van elektrische machines, toestellen en leidingen, aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit, geen temperaturen kunnen bereiken die bij personen brandwonden kunnen veroorzaken. Zij voldoen aan de grenswaarden die in *tabel 4.5.* zijn aangeduid.

Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit

Uitwendige oppervlakken	***Maximumtemperaturen (°C)***
– van bedieningsorganen	
• *metalen*	55
• *niet-metalen*	65
– bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden maar niet om voortdurend in de hand te worden gehouden	
• *metalen*	70
• *niet-metalen*	80
– die genaakbaar zijn maar niet bestemd om onder normale gebruiks-omstandigheden aangeraakt te worden	
• *metalen*	80
• *niet-metalen*	90

Het onderscheid tussen metalen en niet-metalen oppervlakken hangt af van de thermische geleidbaarheid van het gebruikte materiaal.

Verf- en vernislagen wijzigen de thermische geleidbaarheid van het oppervlak niet.

Daarentegen kunnen bepaalde kunststofbekledingen de thermische geleidbaarheid van een metalen oppervlak wel gevoelig verminderen en zo toelaten het te beschouwen als een niet-metalen oppervlak.

Alle delen van de elektrische installatie welke, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in deze tabel, moeten beschermd worden tegen elke toevallige aanraking.

Onderafdeling 4.3.2.2. Bijkomende regels voor de uitwendige invloed BA2

In de lokalen, speciaal bestemd voor kleine kinderen, moeten de verwarmingstoestellen derwijze gekozen worden dat de temperatuur van de genaakbare oppervlakken 60 °C niet overtreft.

Onderafdeling 4.3.2.3. Installatie van het elektrisch materieel

Elektrisch materieel dat niet beantwoordt aan de voorschriften van *onderafdeling 4.3.2.1.*, evenals alle delen van de elektrische installatie die, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in de *tabel 4.5.* van *onderafdeling 4.3.2.1.*, moeten beschermd worden tegen toevallige aanraking met personen, hetzij door verwijdering, hetzij door een afscheiding door middel van een niet-brandbaar en thermisch isolerend scherm.

Elektrische machines en toestellen waarbij bundeling of concentratie van warmte kan optreden moeten:
- hetzij voldoende ver van personen verwijderd worden opdat ze niet zouden kunnen blootgesteld worden aan gevaarlijke warmteconcentraties;
- hetzij van deze personen gescheiden worden door een scherm uit niet-brandbaar en thermisch isolerend materiaal.

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden

De voorschriften bedoeld in *afdeling 4.3.3.* zijn van toepassing voor elke ruimte (lokaal of plaats) en voor elke elektrische installatie zoals bijvoorbeeld vaste, tijdelijke, binnen-, buiten-, mobiele of verplaatsbare installaties.

Bij de keuze en de installatie van het elektrisch materieel, uitrustingen, … in een ruimte moet men rekening houden met het te verwachten brandgevaar om:
- geen brand in normaal bedrijf te veroorzaken;
- de gevolgen van alle fouten, die tot een brand kunnen leiden, te beperken;
- de verspreiding van brand en het ontstaan van rook te beperken.

Voor de veiligheidsinstallaties worden de bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.4.* vermeld. Voor de kritische installaties worden de eventuele bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.5.* vermeld.

De eigenaar, beheerder of uitbater moet de correcte keuze en installatie van het elektrisch materieel en de uitrustingen bewijzen voor wat de bescherming tegen brand betreft. De documenten die dit bewijzen maken deel uit van het elektrisch dossier (zie *afdelingen 9.1.1.* en *9.1.2.*) of ze worden ter beschikking van iedere betrokken persoon voor raadpleging gehouden. Deze documenten zijn onder andere de technische fiches en de gebruiksaanwijzingen van het elektrisch materieel, de risicoanalyses, het document met de uitwendige invloeden, …

Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities

Bouwwerk: constructie die met de grond is verbonden en die is gemaakt van bouwmaterialen en elementen en/of waarvoor bouwwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Het geschikt maken van grond voor landbouw, planten, zaaien,… wordt niet als bouwwerk aangemerkt.

Gebouw: elk bouwwerk dat een voor personen toegankelijke overdekte ruimte vormt, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten.

Civieltechnisch werk: elk bouwwerk dat niet als gebouw is geclassificeerd zoals bijvoorbeeld een brug, een tunnel, …

Compartiment: deel van een gebouw, al dan niet onderverdeeld in lokalen, of deel van een civieltechnisch werk, begrensd door wanden die de brandvoortplanting naar het aangrenzende compartiment of compartimenten gedurende een bepaalde tijd dienen te beletten.

Evacuatieweg: doorlopende en onbelemmerde weg die toelaat een veilige plaats te bereiken door gebruik te maken van de normale circulatiewegen. Men verstaat onder veilige plaats: plaats buiten het bouwwerk of, in voorkomend geval, het gedeelte van het bouwwerk dat gelegen is buiten het compartiment waar er brand is en vanwaar het mogelijk is om het bouwwerk te verlaten zonder door dat compartiment te moeten gaan.

Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte

a. Algemeenheden

Het brandgevaar in een ruimte wordt op basis van de drie volgende uitwendige invloeden bepaald:

- de aard en de hoeveelheid van de behandelde of opgeslagen goederen (BE);
- de brandbaarheid van de bouwmaterialen (CA);
- de structuur (CB).

Men onderscheidt twee mogelijke niveaus van brandgevaar in een ruimte:

- normaal brandgevaar;
- verhoogd brandgevaar.

De ruimten met een normaal brandgevaar zijn door het geheel van de drie volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE1, CA1 en CB1.

De ruimten met verhoogd brandgevaar zijn door tenminste een van de volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE2 of BE3 of CA2 of CB2.

b. Bijzondere ruimten

De elektrische installaties in een ruimte met onvervangbare goederen (musea, verzameling van kunstvoorwerpen, …) en deze in een ruimte gekenmerkt door de uitwendige invloed CB3 of CB4 kunnen uitgevoerd worden op basis van een risicoanalyse zoals deze in een ruimte met verhoogd brandgevaar.

De ruimten met vermogentransformatoren of stroomgroepen worden niet noodzakelijk beschouwd als ruimten met verhoogd brandgevaar; dit maakt deel uit van het bepalen van de uitwendige invloeden (*afdeling 9.1.6.*).

Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels

a. Toepassingsgebied

De indeling is van toepassing op de geïsoleerde geleiders en de energiekabels.

De indeling is ook van toepassing op de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening.

b. Brandreactie van de geïsoleerde geleiders en kabels.

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandreactie die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de klassen weergegeven in *tabel 4.6.* overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. De klassen C, C_L, E, E_L bedoeld in *afdeling 5.2.7.* zijn ook te beschouwen overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. Deze klassen betreffen:
- de bouwproducten met uitzondering van vloerbekledingen, lineaire isolatieproducten voor leidingen en elektrische kabels (klassen C en E);
- de lineaire isolatieproducten voor leidingen (klassen C_L en E_L).

Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Type van geïsoleerde geleider en kabel	Klasse	Bijdrage tot de brand	Supplementaire classificatie
Onbrandbaar	A_{ca}	Geen	
Geïsoleerde geleiders en kabels met hoge brandprestatie	$B1_{ca}$	Minimaal	Vorming van rook s1 aangeduid door s1 of s1a of s1b s2 s3 Aciditeit van rook a1 a2 a3
Geïsoleerde geleiders en kabels met verbeterde brandprestatie	$B2_{ca}$	Zeer beperkt	
	C_{ca}	Beperkt	
Standaard geïsoleerde geleiders en standaardkabels	D_{ca}	Gemiddeld	
	E_{ca}	Hoog	
Geïsoleerde geleiders en kabels zonder brandprestatie	F_{ca}	Zeer hoog	

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De geïsoleerde geleiders en kabels met de kenmerken aangegeven in *tabel 4.7.* mogen enkel geplaatst worden in de volgende situaties:
1. elektrische installaties die zich niet bevinden in de gebouwen;
2. elektrische installaties die zich niet bevinden in de civieltechnische werken;
3. elektrische installaties van een industrieel proces dat bestemd is om mechanisch of chemisch materialen, goederen of producten in grote hoeveelheid te produceren of om te vormen. Voorbeelden hiervan zijn: productielijn van een product, walserij, installatie van aardolieraffinage en bijhorend tankpark, …
   Een elektrische installatie die de algemene werking van een gebouw of een civieltechnisch werk verzekert, wordt niet als een elektrische installatie van een industrieel proces beschouwd. Zoals bijvoorbeeld:
   - verlichtingsinstallaties en stopcontacten;

- HVAC-installaties;
- informatica-installaties;
- installaties van een autonome voedingsbron (stroomgenerator, fotovoltaïsche installatie, …);
- elektrische installaties of gedeelten van elektrische installaties in een hoogspanningscabine die de installaties van een gebouw of een civieltechnisch werk voeden;
- voeding van een beschermingsinstallatie tegen brand (detectie, alarm, …);
- voeding van een bewakingsinstallatie (camera, inbraakdetectie, …);
- voeding van heftoestellen (lift, goederenlift, …).

4. geïsoleerde geleiders of kabels, die in een gebouw of een civieltechnisch werk binnenkomen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
   - hun lengte, in het gebouw of in het civieltechnisch werk, 10 m niet overschrijdt;
   - hun installatie zich beperkt tot het eerste compartiment.

Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Kenmerken		
F	Primaire brandreactie: kwalificeert de geschiktheid van de geïsoleerde geleider of kabel om de vuurhaard te verspreiden en onderscheidt zich in twee subcategorieën met stijgende *strengheid*, als volgt gekenmerkt:	
	F1	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels die, enkelvoudig gelegd en in de proefvoorwaarden, de vlam niet voortplanten en uit zichzelf doven op weinig afstand van de vuurhaard die hen doen ontvlammen heeft.
	F2	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels F1 in bundel en in verticale positie die in de proefvoorwaarden de vlam niet voortplanten.
S	Secundaire brandreactie: kenmerkt de secundaire brandeffecten en kwalificeert de niet-metalen componenten van de geïsoleerde geleiders of kabels met betrekking tot de lichtondoorlatendheid van de rookgassen (subcategorie SD) en de zuurtegraad van de verbrandingsgassen (subcategorie SA).	
	SD	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen doorschijnend zijn
	SA	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen niet corrosief zijn

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, voorschriften inzake het gebruik van deze geïsoleerde geleiders en kabels opleggen.

c. Brandweerstand van de geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandweerstand die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de kenmerken weergegeven in *tabel 4.8.* en ze mogen geplaatst worden in alle soorten ruimten. Voor de classificatie m.b.t. de brandreactie is de *tabel 4.7.* van toepassing.

Moeten niet aan de eisen beantwoorden inzake de kenmerken van *tabel 4.8.*:
- de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
- de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden.

Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand

Kenmerken		
FR	Brandweerstand: kenmerkt de geschiktheid van een geïsoleerde geleider of kabel om in dienst te blijven in weerwil van een brandhaard. Deze categorie onderscheidt zich in twee subcategorieën:	
	FR1	heeft betrekking op proeven die toelaten het behoud van de elektrische functie te beoordelen bij laboratoriumomstandigheden (geïsoleerde geleider of kabel individueel getest)
	FR2	heeft betrekking op een proef die toelaat de tijdsduur te beoordelen gedurende dewelke het behoud van de elektrische functie verzekerd is (geïsoleerde geleider of kabel getest met draagstel en bevestiging)

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de vereiste brandweerstand voor het functiebehoud hebben en indien de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten.

Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Het elektrisch materieel

De keuze en de installatie van het elektrisch materieel moeten beantwoorden aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.1.2.* en *afdeling 5.2.7.*

Het elektrisch materieel geïnstalleerd op brandbare materialen is:
- hetzij voorzien van een omhulsel uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal;
- hetzij volledig gescheiden van deze brandbare materialen door elementen uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal.

Elektrisch materieel waarbij gevaar bestaat voor concentratie of bundeling van warmte moet:
- hetzij geïnstalleerd worden op of binnen materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en dat een lage thermische warmtegeleiding bezit;
- hetzij voldoende ver van alle voorwerpen of delen van het bouwwerk worden verwijderd zodat deze geen gevolgen van een gevaarlijke warmteconcentratie of –bundeling ondervinden;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en een lage thermische warmtegeleiding bezit.

Indien elektrisch materieel, hetzij bij normale werking, hetzij bij beschadiging of verkeerd gebruik, gensters of vlammen kan voortbrengen, moet het:
- hetzij worden geïnstalleerd op voldoende afstand van alle voorwerpen of alle delen van het bouwwerk die het zou kunnen beschadigen;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door een thermisch isolerend scherm dat vervaardigd is uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt, zelfdovend materiaal of materiaal dat weerstaat aan vlambogen;
- hetzij volledig worden omsloten door materialen die weerstaan aan vlambogen.

b. Geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.7.*

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan de bepalingen van *afdeling 5.2.7.* voldoen.

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste en de 2de alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *onderafdeling 5.2.7.3.*:
- voor de ruimten BE3, en
- voor de volgende plaatsingswijzen: constructieruimte en sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt uit brandbaar materiaal.

c. Gevaarlijke lek- of foutstromen

Maatregelen moeten worden genomen om te verhinderen dat in normaal bedrijf of wegens een fout, een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan. Deze maatregelen worden gecoördineerd met deze die worden genomen in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken en de bescherming tegen overstroom.

In huishoudelijke installaties en in niet-huishoudelijke installaties zonder gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen is het TN-C net verboden.

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar

a. Algemeenheden

De elektrische installaties in de ruimten BE2 en BE3 worden beperkt tot deze die noodzakelijk zijn voor de uitbating van de ruimten.

In ruimten gekenmerkt door BE2 mogen ook de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste alinea van *punt c.* van *onderafdeling 4.3.3.6.* geïnstalleerd worden.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloed BE3, zijn de voorschriften van *hoofdstuk 7.102.* van toepassing.

b. Het elektrisch materieel

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, het gebruik van bepaald elektrisch materieel verbieden in ruimten waar verhoogd brandgevaar aanwezig is.

In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):
- het elektrisch materieel is gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- het elektrisch materieel in deze ruimten is aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X, voor de verlichtingstoestellen wordt dit ten minste IP6X;
- de motoren die automatisch of vanop afstand worden bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.5.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd;
- bij gebruik van elektrische verwarming of ventilatie, moeten de aanwezigheid van stof en de luchttemperatuur zodanig zijn dat brandgevaar zich niet kan voordoen. De temperatuurbegrenzers moeten een manuele reset hebben. De elektrische verwarmingstoestellen moeten geplaatst worden op niet-brandbare materialen en deze in de nabijheid van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen moeten met aangepaste hindernissen worden uitgerust die de ontsteking van deze stoffen en vloeistoffen vermijden. De accumulatieverwarmingstoestellen moeten geïnstalleerd worden dat het transport van stoffen en/of vezels naar de verwarmingselementen vermeden wordt.

c. De geleiders en kabels in de ruimten BE2

De geïsoleerde geleiders en kabels die doorheen dergelijke ruimten lopen, maar die niet bestemd zijn voor de voeding van deze ruimten, mogen geen aftakkingen of verbindingen bevatten, tenzij deze aftakkingen of verbindingen zich in een omhulsel met een brandweerstand van ten minste ½ uur bevinden. Deze geïsoleerde geleiders en kabels moeten worden beschermd tegen overbelastingen en kortsluitingen door beschermingsinrichtingen die zich stroomopwaarts en buiten de betrokken ruimte bevinden.

De blanke geleiders mogen enkel geïnstalleerd worden in schakel- en verdeelborden.

d. Gevaarlijke lek- of foutstromen

Het gebruik van het TN-C-net is verboden in de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of BE3 en/of CA2.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of CA2 is het toegelaten dat het hoofdschakel- en verdeelbord in deze ruimten via een TN-C-net wordt gevoed.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of BE3 en/of CA2, moeten de laagspanningsstroombanen beschermd worden door een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom kleiner dan of gelijk aan 300 mA. De maximale toegelaten vertragingstijd van de differentieelstroominrichting wordt in *tabel 4.9.* aangeduid.

Tabel 4.9. Maximale toegelaten vertragingstijd van de differentieelstroominrichting

Uitwendige invloed van de ruimte	Maximale toegelaten vertragingstijd van de differentieelstroominrichting
BE2 en/of CA2	Vertragingstijd berekend alsof de differentieelstroominrichting als enige actieve bescherming tegen onrechtstreekse aanraking wordt gebruikt
BE3	niet-vertraagd

In een IT-net, wanneer de automatische onderbreking een groter veiligheidsrisico inhoudt dan het risico te wijten aan de aanwezigheid van fout- of massafoutstromen, wordt een isolatiecontroletoestel voorzien dat aangesloten is op een doeltreffende meldinrichting. Organisatorische maatregelen zijn getroffen om onmiddellijk aan de gemelde gevaartoestand te verhelpen.

In een TN-S-net is het toegelaten geen differentieelstroominrichting te plaatsen voor de laagspanningsstroombanen voor zover:
- een bijkomende equipotentiale verbinding wordt geïnstalleerd met in dit geval een minimale doorsnede van 10 mm^2; en

– de verbindingspunten van de bijkomende equipotentiale verbinding en een massa van buitenuit zichtbaar zijn.

Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Vorming van rook bij brand

Het gebruik van geïsoleerde geleiders en energiekabels met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 is verplicht voor de ruimten bedoeld in *tabel 4.10.*

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan deze bepaling voldoen.

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
     - *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken, of*
     - *geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,*

     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:
     - *voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;*
     - *voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;*
     - *voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.*
2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Tabel 4.10. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden

Ruimten
Evacuatiewegen in bouwwerken (bijvoorbeeld trappenhallen en gangen) met uitzondering van deze gelegen binnen de wooneenheden
Lokalen voor het publiek toegankelijk die minimum 50 personen kunnen ontvangen (zalen voor seminaries, sporthallen, schouwspelzalen…)
Tunnels beschouwd als bouwkundige kunstwerken

De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van een risicoanalyse of wettelijke eisen bepalen dat andere ruimten, die niet door de *tabel 4.10.* bedoeld worden en waarvan de evacuatie van deze ruimten door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden, het voorschrift *van punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* moeten respecteren.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten bedoeld door het voorschrift van *punt a. van onderafdeling 4.3.3.7.* op en hij preciseert de referentie (risicoanalyse of wettelijke eis of *tabel 4.10.*) voor elke ruimte. De lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten en de risicoanalyse worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met toezicht belaste ambtenaar.

Bij een gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname of een controlebezoek van een installatie wordt het evacuatieplan, dat de evacuatiewegen aanduidt, voorgelegd aan het erkend organisme belast met de controle of het bezoek.

De buizen, de open en gesloten goten, de kabelrekken en de aftakdozen geïnstalleerd in de ruimten bedoeld in de voornoemde lijst die niet verzonken zijn, zijn halogeenvrij of bieden een veiligheidsniveau dat tenminste gelijkwaardig is.

b. Ruimten met elektrisch materieel dat een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

Wanneer, in eenzelfde lokaal, de totale hoeveelheid aan vloeibare diëlektrica met een vlampunt lager dan 300°C:
- ofwel meer is dan 25 l in een elektrische machine of toestel,
- ofwel meer is dan 50 l voor het geheel van alle elektrische machines of toestellen,

zijn de volgende voorschriften van toepassing:
- constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden;
- de scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) moeten tussen dit lokaal en de belendende lokalen een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

c. Ruimten met batterij die een ontvlambaar elektrolyt bevat

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

De bijzondere voorschriften van *hoofdstuk 7.103.* (industriële accumulatorbatterijen) zijn ook van toepassing.

Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Specifieke bepalingen zijn van toepassing op de elektrische installaties in ruimten met explosiegevaar (zie *hoofdstuk 7.102*.).

Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom

Afdeling 4.4.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.4.1.1. Principe

De elektrische bescherming tegen overstromen moet vermijden dat het elektrisch materieel wordt doorlopen door stromen die schadelijk kunnen zijn voor het materieel zowel als voor de omgeving.

Deze bescherming moet gebeuren door een of meerdere toestellen die de stroom onderbreken vooraleer een opwarming kan ontstaan die gevaarlijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders en hun omgeving.

Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen

Overstromen in geleiders kunnen van drieërlei aard zijn, te weten:
1. overbelastingsstromen te wijten aan een verhoging van het door de gebruikstoestellen opgenomen vermogen tot boven normale capaciteit van de elektrische leiding, bijvoorbeeld:
   - als gevolg van het blokkeren van een gebruikstoestel wegens een mechanische overbelasting;
   - als gevolg van het aansluiten van bijkomende gebruikstoestellen zonder de doorsnede der geleiders te vergroten;
   - als gevolg van het vervangen van bepaalde gebruikstoestellen door toestellen met groter vermogen, zonder de overeenkomstige aanpassing van de elektrische leiding uit te voeren;

2. impedante kortsluitstromen in elektrisch materieel; deze fouten, die een stroom veroorzaken met het karakter van een overbelastingsstroom, zijn afkomstig van de stroom door de ondeugdelijk geworden isolatie;
3. kortsluitstroom.

De overstromen, te wijten aan het niet aangepast zijn van de elektrische leidingen aan de gebruiksvoorwaarden, moeten verhinderd worden door het verzwaren van de elektrische voedingsleidingen.

Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting

Een enkele inrichting mag geplaatst worden voor de bescherming tegen overbelasting en kortsluiting voor zover dat haar karakteristieken de functies opgelegd in de onderafdelingen *4.4.2.1.* en *4.4.3.2.* verenigen.

Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen

Indien de bescherming tegen overbelasting en tegen kortsluiting verzekerd wordt door afzonderlijke toestellen, moeten hun karakteristieken zo op elkaar afgestemd zijn dat de energie doorgelaten door de beschermingsinrichting tegen kortsluiting niet groter is dan de energie die de beschermingsinrichting tegen overbelasting en de beschermde elektrische leiding zonder beschadiging kunnen verdragen.

Het is toegelaten een beschermingsinrichting te gebruiken die een onderbrekingsvermogen heeft dat kleiner is dan de aangenomen kortsluitstroom op het punt van haar plaatsing. In dit geval moet echter stroomopwaarts een ander toestel geplaatst worden dat ten minste het nodige onderbrekingsvermogen bezit. Bovendien moeten de karakteristieken van het stroomopwaarts geplaatste toestel zo zijn dat de energie, die het doorlaat, niet groter is dan deze die het stroomafwaarts geplaatste toestel en de door dat toestel beschermde elektrische leidingen zonder beschadiging kunnen verdragen.

Wanneer meerdere beschermingsinrichtingen in serie worden geplaatst, kunnen ze op elkaar worden afgestemd zodat in geval van een kortsluiting stroomafwaarts, de beschermingsinrichting stroomopwaarts bijdraagt tot het beperken van de energie die door de stroomafwaarts geplaatste beschermingsinrichtingen vloeit tot een waarde die kleiner is dan deze welke de stroomafwaarts geplaatste inrichtingen en de door deze beschermingsinrichtingen beschermde elektrische leidingen kunnen weerstaan overeenkomstig *punt b.* van *onderafdeling 4.4.2.2.*

Wanneer de beschermingsinrichting stroomafwaarts een automatische schakelaar is en de beschermingsinrichting stroomopwaarts een smeltveiligheid of een automatische schakelaar is, laat deze techniek toe dat de stroomafwaarts geplaatste automatische schakelaar een versterkt ultiem onderbrekingsvermogen heeft.

Wanneer de in serie geplaatste beschermingsinrichtingen automatische schakelaars zijn, wordt de begeleidingsbescherming filiatie genoemd.

Om de karakteristieken van de filiatie te bepalen, is het noodzakelijk de filiatietabellen van de beschermingsinrichtingen, die werden opgesteld overeenkomstig de productnormen van de automatische schakelaars, op te vragen.

Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen

De toelaatbare stroom I_Z van een elektrische leiding is functie van:
- de doorsnede van de geleiders;
- de isolatie van de geleiders;
- de samenstelling van de elektrische leiding;
- de plaatsing en de omgeving van de elektrische leiding;
- de omgevingstemperatuur.

De toelaatbare stromen hebben een zodanige waarde dat, door de opwarming van de geleiders ten gevolge van het Joule-effect, de temperatuur van de isolatie niet groter wordt dan deze die de isolatie gedurende onbepaalde tijd kan verdragen zonder haar eigenschappen in gevaar te brengen.

Ze moeten volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.

Voor de huishoudelijke installaties wordt de maximale nominale stroom der smeltveiligheden of de grootte van de automatische schakelaar die een elektrische leiding beschermen, vermeld in *tabel 4.11.*, in functie van de doorsnede der geleiders:

Tabel 4.11. Kaliber van de beschermingsinrichting in functie van de doorsnede der geleiders

Doorsnede van de geleider (mm^2)	Maximale nominale stroom van de smeltveiligheid	Maximale nominale stroom van de automatische schakelaar
1,5	10A	16A
2,5	16A	20A
4	20A	25A
6	32A	40A
10	50A	63A
16	63A	80A
25	80A	100A
35	100A	125A

Onderafdeling 4.4.1.6. Aansluitingen voor netgebruikers

De aansluitingen voor netgebruikers moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting

Het toestel dat de bescherming tegen kortsluiting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:

1. zijn onderbrekingsvermogen moet ten minste gelijk zijn aan de te verwachten kortsluitstroom op de plaats waar het toestel aangebracht is, zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap;
2. de werkingstijd van het toestel, dit wil zeggen de tijd nodig om de stroom te onderbreken die het gevolg is van een zuivere kortsluiting die zich in om het even welk punt van de stroombaan voordoet, mag niet groter zijn dan de tijd die nodig is om de temperatuur van de geleiders op hun toelaatbare waarde te brengen. Voor kortsluitingen met een duur van ten hoogste 5 seconden kan de tijd, die nodig is voor een kortsluitstroom om de temperatuur van de geleiders op de toelaatbare grens te brengen, afgeleid worden uit de volgende formule:

$$\sqrt{t} = \mathrm{k} \cdot \frac{S}{I}$$

Daarin is:

t: de tijd in seconden;
S: doorsnede van de geleiders in mm^2;
I: stroomsterkte van de rechtstreekse kortsluiting, in A;
k: constante met een waarde die afhangt van de aard van het metaal van de geleiders en van hun isolatie; de verschillende waarden van k worden bij besluit vastgelegd door de Ministers die, respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting

a. Principe

Een beschermingsinrichting tegen kortsluiting moet geplaatst worden aan het begin van elke stroombaan, samengesteld uit elektrische leidingen met dezelfde karakteristieken.

Er wordt echter toegestaan geen beschermingsinrichting tegen kortsluiting te voorzien bij het begin van een stroombaan op voorwaarde dat de stroomopwaarts geplaatste beschermingsinrichting ook de bescherming van deze stroombaan kan verzekeren.

b. Vrijstelling

In afwijking van *punt a.* hiervoor, mag de beschermingsinrichting geplaatst worden op de elektrische leiding tot op een afstand van maximum 3 m van het begin van de stroombaan, op voorwaarde dat:

- in het gedeelte van de elektrische leiding tussen het begin en de beschermingsinrichting geen enkel andere inrichting geschakeld is die oorzaak kan zijn van bijzondere verwarming zoals bijvoorbeeld verbindingen, aftakkingen, vermindering van doorsnede, apparatuur.
- het betrokken deel van de elektrische leiding niet geplaatst wordt in de nabijheid van brandbare materialen.

Naast de reeds in *onderafdeling 5.2.4.2.* vermelde gevallen is het toegelaten elke kortsluitbeveiliging weg te laten als de elektrische leiding kort is en zodanig uitgevoerd dat:
- elk risico voor kortsluiting tot het minimum herleid is;
- de elektrische leiding verwijderd is van alle brandbaar materiaal.

Deze vrijstelling beoogt de hiernavolgende gevallen:
- de elektrische leidingen die generatoren, transformatoren, gelijkrichters, accumulatorbatterijen met hun respectievelijke bedieningsborden verbinden indien de beschermingsinrichtingen op deze borden geplaatst zijn;
- meetstroombanen, behalve voltmeterstroombanen van een bord dat zelf railstellen bevat.

c. Beschermde lengte van de elektrische leidingen

De maximumlengte van de beschermde elektrische leidingen moet bepaald worden volgens de regels van goed vakmanschap. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de te volgen regels dienaangaande vastleggen.

Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.3.1. Principe

Een beschermingsinrichting tegen overbelastingen moet in principe geplaatst worden waar een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling een vermindering van de waarde van de toegelaten stroom in de geleiders voor gevolg heeft.

Onderafdeling 4.4.3.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting

Het toestel dat de bescherming tegen overbelasting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:
1. zijn nominale stroom I_n moet groter zijn dan of gelijk aan de bedrijfsstroom I_B van de stroombaan en kleiner dan de toelaatbare stroom I_Z in de elektrische leiding die het beschermt;

2.a. de conventionele aanspreekstroom I_f, dit is de stroom die door de inrichting vloeit en haar uitschakeling tot gevolg heeft, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,45 maal de toelaatbare stroom I_Z.

2.b. de conventionele niet-aanspreekstroom I_{nf}, dit is de stroom die door de inrichting vloeit zonder haar uitschakeling tot gevolg te hebben, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,15 maal de toelaatbare stroom I_Z.

In de praktijk is I_f gelijk aan de aanspreekstroom in de overeengekomen tijd voor de automatische schakelaars en aan de smeltstroom in de overeengekomen tijd voor de smeltveiligheden van het type gL.

Onderafdeling 4.4.3.3. Vrijstellingen

De inrichting die een elektrische leiding tegen overbelastingen beschermt mag evenwel geplaatst worden op het traject van deze elektrische leiding indien het deel van de elektrische leiding, gelegen tussen de verandering van doorsnede, aard, plaatsingswijze of samenstelling enerzijds en de beschermingsinrichting anderzijds, voldoet aan volgende voorwaarden:
- het gedeelte van de elektrische leiding mag noch aftakkingen noch contactdozen bevatten;
- de lengte van de elektrische leiding mag maximaal 3 meter bedragen, ze moet uitgevoerd zijn om kortsluitrisico's tot een minimum te beperken en ze mag niet worden geplaatst in de nabijheid van brandbare materialen; indien haar lengte 3 meter overtreft, moet ze beschermd worden tegen kortsluiting.

Uitgezonderd bij installaties in lokalen of plaatsen met uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2, is het toegelaten naast de reeds in *onderafdeling 5.2.4.2.* aangegeven gevallen, in volgende gevallen van elektrische leidingen gevoed door een TT- of TN-netsysteem elke overbelastingsbeveiliging weg te laten:
- de elektrische leiding is stroomafwaarts gelegen van een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling en is doeltreffend beschermd tegen overbelasting door een stroomopwaarts geplaatste inrichting;
- de elektrische leiding kan niet doorlopen worden door een overbelastingsstroom, zij bevat noch aftakking, noch contactdoos en zij is beschermd tegen de kortsluiting.

Elke bescherming tegen overbelasting mag eveneens worden weggelaten in volgende gevallen:
- de elektrische leiding voedt een machine of gebruikstoestel met ingebouwde bescherming tegen overbelasting op voorwaarde dat zij aangepast is aan de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt een vast aangesloten machine of gebruikstoestel, niet vatbaar voor overbelastingen en niet beveiligd tegen overbelastingen, waarvan de bedrijfsstroom niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding zoals dit het geval is bij bepaalde verwarmingstoestellen of motoren waarvan de stroom bij geblokkeerde rotor niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;

- de elektrische leiding voedt meerdere individueel beveiligde aftakkingen, op voorwaarde dat de som van de nominale of ingestelde stromen van de beschermingsinrichtingen van de aftakkingen kleiner is dan de nominale of ingestelde stroom van de inrichting die de beschouwde elektrische leiding zou beschermen tegen overbelastingen;
- de elektrische leiding wordt gevoed door een bron waarvan de maximumstroom niet groter kan zijn dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt verlichtingstoestellen, indien het geheel uitgebaat is door een elektrische onderhoudsdienst en indien de doorsnede van de elektrische leiding bepaald is in functie van het totale maximumvermogen van de lampen en van de hulpmiddelen die de verlichtingstoestellen kunnen bevatten.

Als de elektrische leidingen gevoed worden door een net met IT-systeem dan is deze vrijstelling ondergeschikt aan de voorwaarde dat, hetzij in de bedoelde stroombaan geen fout kan ontstaan door het gebruik van materieel van de klasse II of materieel met een veiligheid gelijkwaardig met dit van de klasse II of door de uitvoering van de installatie volgens de beschermingsmaatregel «bijkomende isolatie bij het installeren» (zie *afdeling 2.4.2.*), hetzij de stroombaan doelmatig beschermd is door een differentieelstroominrichting.

Onderafdeling 4.4.3.4. Parallel verbonden elektrische leidingen

Indien meerdere elektrische leidingen parallel verbonden worden om een elementaire stroombaan te vormen mag een enkel beschermingstoestel gebruikt worden op voorwaarde dat alle elektrische leidingen dezelfde karakteristieken (aard, plaatsingswijze, lengte, doorsnede) hebben en ze geen aftakkingen hebben op hun traject. De waarde van de toelaatbare stroom die in aanmerking komt bij de keuze van het beschermingstoestel is de som van de toelaatbare stromen van elke elektrische leiding.

Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.4.1. Onderbreking van de getroffen geleider

Alle fasegeleiders moeten beschermd zijn tegen overstroom. Deze bescherming moet de onderbreking veroorzaken van de geleider waarin de overstroom wordt waargenomen maar moet niet noodzakelijk de onderbreking veroorzaken van de andere actieve geleiders.

Indien de onderbreking van één enkele fase gevaar kan opleveren, bijvoorbeeld in geval van driefasige motoren, moeten gepaste maatregelen genomen worden.

Onderafdeling 4.4.4.2. Bescherming van éénfasige stroombanen

In éénfasige stroombanen van elektrische installaties van huishoudelijke ruimten, moet de bescherming voorzien worden op de twee actieve geleiders behalve indien op dit niveau een differentieelstroominrichting bestaat die tegelijkertijd de bescherming bevat tegen overstroom in één van de geleiders en de onderbreking verzekert van de twee actieve geleiders. Deze schakelaar moet voor iedere pool het vereiste onderbrekingsvermogen hebben.

Onderafdeling 4.4.4.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider

In installaties, gevoed door een net met TT- of TN-systeem waarin de nulgeleider niet verdeeld is, hoeft de bescherming tegen overstroom niet voorzien te zijn op één van de fasegeleiders onder voorbehoud dat volgende voorwaarden gelijktijdig vervuld worden:
- stroomopwaarts of op hetzelfde niveau moet er een differentieelstroominrichting bestaan die de onderbreking veroorzaakt van alle fasegeleiders;
- nulgeleiders mogen niet verdeeld worden vanaf een kunstmatig nulpunt in de stroomafwaarts gelegen stroombaan van het onder hoger vermeld streepje aangegeven beschermingstoestel.

Onderafdeling 4.4.4.4. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider

De bescherming van de nulgeleider geschiedt volgens de volgende voorwaarden:
- het is niet noodzakelijk een bescherming tegen overstroom noch een onderbrekingstoestel te voorzien voor de nulgeleider indien de doorsnede van deze nulgeleider ten minste gelijk of evenwaardig is aan deze der fasegeleiders;
- wanneer de doorsnede van de nulgeleider kleiner is dan of niet ten minste evenwaardig is aan deze der fasegeleiders, moet een bescherming tegen overstroom op de nulgeleider voorzien worden die aangepast is aan de doorsnede van deze geleider. Deze bescherming veroorzaakt de onderbreking van de fasegeleiders, maar niet noodzakelijk van de nulgeleider. In dat geval echter is het toegelaten de bescherming tegen overstroom niet te voorzien op de nulgeleider als aan volgende voorwaarden gelijktijdig voldaan wordt:

- de nulgeleider moet beschermd zijn tegen kortsluiting door de beschermingsinrichting op de fasegeleiders van de stroombaan;
- de maximumstroom die door de nulgeleider kan vloeien bij normaal gebruik moet kleiner zijn dan de waarde van de toelaatbare stroom in deze geleider.

Onderafdeling 4.4.4.5. IT-net met verdeelde nulgeleider

In installaties gevoed door een IT-net is de nulgeleider in principe niet verdeeld. Indien het echter om functionele redenen noodzakelijk is de nulgeleider te verdelen, moet een bescherming tegen overstroom voorzien worden op de nulgeleider van elke stroombaan. Deze bescherming moet de onderbreking van al de actieve geleiders van de overeenstemmende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, tot gevolg hebben.

Deze schikking is niet noodzakelijk:
- hetzij als de beschouwde stroombaan beschermd is door een differentieelstroominrichting waarvan de aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk is aan 0,15 maal de toegelaten stroom in de overeenstemmende nulgeleider en die alle actieve geleiders van de overeenkomende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, onderbreekt;
- hetzij als de nulgeleider stroomopwaarts beschermd is door een beschermingsinrichting tegen kortsluiting.

Onderafdeling 4.4.4.6. PEN-geleider

Indien de nulgeleider tegelijkertijd de functie van beschermingsgeleider vervult is het verboden deze te onderbreken.

Onderafdeling 4.4.4.7. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider

Wanneer de onderbreking van de nulgeleider voorgeschreven is, moet de onderbreking en sluiting van de geleiders zo zijn dat de nulgeleider nooit vroeger onderbroken wordt dan de fasegeleiders en dat hij gesloten wordt gelijktijdig of eerder dan de fasegeleiders.

Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning

Afdeling 4.5.1. Principe

Personen en goederen moeten volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap beschermd worden tegen de schadelijke gevolgen van:
- een fout die kan voorkomen tussen de onder spanning staande delen van stroombanen op verschillende spanningen;
- overspanningen te wijten aan andere oorzaken, bijvoorbeeld atmosferische verschijnselen of eventuele overspanningen bij het schakelen.

De toestellen moeten derwijze uitgevoerd en geplaatst worden dat personen en goederen door hun werking niet in gevaar worden gebracht.

Afdeling 4.5.2. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren

De elektrische installatie op laagspanning en op zeer lage spanning moet zodanig uitgevoerd worden dat de diëlektrische belasting, waaraan ze onderworpen kan worden, beperkt wordt teneinde een overslag naar de aarde te vermijden.

Afdeling 4.5.3. Overspanningsbegrenzer in IT-netten

In IT-netten moet, indien nodig, een overspanningsbegrenzer aangesloten worden op het beginpunt van de installatie tussen de aardverbinding van de installaties en hetzij de nulgeleider, hetzij een fasegeleider.

Afdeling 4.5.4. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders

Het is verboden energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders naast elkaar aan te brengen zonder er een scherm tussen te plaatsen, behalve wanneer het allebei kabels zijn. Deze vereiste is niet van toepassing voor telecommunicatiegeleiders als zij elektrische machines, toestellen of leidingen verbinden gelegen in ruimten van de elektrische dienst of in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen

Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen

Er moeten schikkingen getroffen worden opdat een belangrijke spanningsdaling of het verdwijnen van de spanning en haar terugkeer geen gevaar voor personen of goederen kan opleveren.

Beschermingsinrichtingen tegen de uitwerkingen van spanningsdaling of wegvallen van de spanning zijn noodzakelijk in installaties van gebouwen waarin veiligheidsverbruikers zijn voorzien en ze zijn eventueel noodzakelijk (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) in installaties van gebouwen waarin kritische verbruikers zijn voorzien. Deze inrichtingen verzekeren zo nodig het inschakelen van veiligheidsbronnen of vervangingsbronnen en de voeding van de overeenstemmende elektrische machines en toestellen als de spanningsdaling de drempelwaarde van hun correcte werking overschreden heeft.

Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden

Indien blijkt dat schadelijke biologische uitwerkingen worden veroorzaakt door elektrische en magnetische velden op het menselijk organisme, zullen de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, bij besluit, de te nemen veiligheidsmaatregelen vastleggen en dit ieder voor wat hem betreft.

De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit vastleggen:
- de te nemen maatregelen om de rechtstreekse of onrechtstreekse uitwerking van elektrische en magnetische velden die worden voortgebracht door lijnen voor transmissie en distributie van elektrische energie op mens en huisdier, evenals op elektrische en/of elektronische toestellen of uitrustingen te beperken;
- de methodes om elektrische en magnetische velden te meten;
- de voorwaarden waaraan de toestellen voor meting van elektrische en magnetische velden moeten voldoen, evenals hun ijkprocedure;
- de voorwaarden waaraan de computerprogramma's moeten beantwoorden die worden gebruikt bij het voorafgaandelijk berekenen van de waarden van de elektrische en magnetische velden, evenals hun te volgen erkenningsprocedure.

Worden geaard de metalen onderdelen die, door hun aanwezigheid in het elektrisch veld opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie, op een potentiaal worden gebracht die in een bestendig regime een contactstroom geeft van ten minste 1 mA.

Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's

De vereiste voorzorgen moeten, indien nodig, genomen worden om te vermijden dat bij een fout de behandelde producten door het elektrisch materieel, bijvoorbeeld bij het stukgaan van lampen, zouden besmet worden.

Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen

Wanneer het gaat om broze constructies of om constructies die onderhevig kunnen zijn aan beschadigingen die aan bewegingen te wijten zijn, moeten de elektrische installaties of delen ervan van die aard zijn dat ze de vervormingen kunnen opvangen zonder te worden beschadigd.

Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel

HOOFDSTUK 5.1. GEMEENSCHAPPELIJKE REGELS VOOR AL HET MATERIEEL 113
Afdeling 5.1.1. Algemeenheden 113
Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen 113
Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand 113
Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied 113
Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen 113
Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden 113
Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering 113
Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen 114
Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden 114
Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel 114
Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen 114
Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen 114
Afdeling 5.1.6. Markering 114
Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrisch materieel 114
Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders 114
HOOFDSTUK 5.2. AANVULLENDE REGELS VOOR DE LEIDINGEN 115
Afdeling 5.2.1. Algemeenheden 115
Onderafdeling 5.2.1.1. Identificatiecode van elektrische leidingen 115
Onderafdeling 5.2.1.2. Keuze van elektrische leidingen 115
Onderafdeling 5.2.1.3. Plaatsing van de geleiders 116
Onderafdeling 5.2.1.4. Isolatie van de geleiders 116
Onderafdeling 5.2.1.5. Mechanische weerstand - doorvoeren 116
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen 117
Onderafdeling 5.2.2.1. Laagspanning 117
Onderafdeling 5.2.2.2. Zeer lage spanning 122
Onderafdeling 5.2.2.3. Zeer lage veiligheidsspanning 122
Onderafdeling 5.2.2.4. Bijkomende plaatsingswijze 122
Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden 122
Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 122
Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 122
Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF) 122
Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 123
Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 123
Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 123
Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 123
Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC) 123
Onderafdeling 5.2.3.9. In functie van de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB) 123
Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders 124
Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden 124
Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied 124
Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van

luchtlijnen 124
Afdeling 5.2.5. Spanningsval 125
Afdeling 5.2.6. Verbindingen 125
Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden 125
Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties 125
Afdeling 5.2.7. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding 126
Onderafdeling 5.2.7.1. Algemeenheden 126
Onderafdeling 5.2.7.2. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels 127
Onderafdeling 5.2.7.3. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels 127
Onderafdeling 5.2.7.4. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel 127
Afdeling 5.2.8. Nabijheid van andere leidingen 127
Afdeling 5.2.9. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen 128
Onderafdeling 5.2.9.1. Luchtlijnen 128
Onderafdeling 5.2.9.2. Ondergrondse elektrische leidingen 128
Onderafdeling 5.2.9.3. Plaatsing in buizen 130
Onderafdeling 5.2.9.4. Plaatsing onder sierlijsten, holle plinten en lijsten 131
Onderafdeling 5.2.9.5. Plaatsing in de vrije lucht en plaatsing in opbouw 132
Onderafdeling 5.2.9.6. Open en gesloten goten 132
Onderafdeling 5.2.9.7. Kokers 132
Onderafdeling 5.2.9.8. Open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen en kokers in de grond 132
Onderafdeling 5.2.9.9. Holle constructieruimten 132
Onderafdeling 5.2.9.10. Verzonken plaatsing zonder buizen 133
Onderafdeling 5.2.9.11. Geprefabriceerde leidingen 134
Onderafdeling 5.2.9.12. Installatie van evenwijdige draden op isolatoren 134
Onderafdeling 5.2.9.13. Verwarmingspanelen en -leidingen 135
Onderafdeling 5.2.9.14. Specifieke regels voor buiteninstallaties 138
Onderafdeling 5.2.9.15. Specifieke regels voor installaties op zeer lage spanning (ZLS) 138
HOOFDSTUK 5.3. ELEKTRISCHE APPARATUUR (BESCHERMING, BEDIENING, SCHEIDING EN TOEZICHT) 139
Afdeling 5.3.1. Algemeenheden 139
Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden 139
Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 139
Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 139
Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) . 140
Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF) 140
Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 140
Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 140
Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 141
Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 141
Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA) 141
Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 141
Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 142
Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE) 142
Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA) 142
Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB) 142

Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen 142
Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking 142
Onderafdeling 5.3.3.2. Functionele besturing 145
Onderafdeling 5.3.3.3. Gelijktijdige functies 146
Onderafdeling 5.3.3.4. Voorschriften voor stopcontacten 146
Onderafdeling 5.3.3.5. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen 146
Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen 147
Onderafdeling 5.3.4.1. Elektrische huishoudtoestellen 147
Onderafdeling 5.3.4.2. Verlichtingstoestellen 147
Onderafdeling 5.3.4.3. Verwarmingstoestellen 151
Onderafdeling 5.3.4.4. Kookfornuizen en ovens 152
Onderafdeling 5.3.4.5. Elektrisch speelgoed 152
Onderafdeling 5.3.4.6. Haspels 152
Onderafdeling 5.3.4.7. Verlengsnoeren 152
Onderafdeling 5.3.4.8. Draagbaar gereedschap met motor 152
Afdeling 5.3.5. Installatiemateriëel 152
Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden 152
Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten en verlichting 153
Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen 153
Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen 155
Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden en automatische schakelaars 156
Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties 159
Onderafdeling 5.3.6.1. Toepassingsgebied 159
Onderafdeling 5.3.6.2. Algemene voorschriften 159
Onderafdeling 5.3.6.3. Bedienings- en verdeelinrichtingen 159
Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen 159
Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden 159
Onderafdeling 5.3.7.2. Stroommeetstroombanen 159
HOOFDSTUK 5.4. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN 160
Afdeling 5.4.1. Algemeenheden 160
Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties 160
Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding 160
Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider 164
Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders 164
Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders 164
Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 165
Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders 166
Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders 166
Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit 166
Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel 166
Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen 167
Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen 167
Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen 167
HOOFDSTUK 5.5. VEILIGHEIDSINSTALLATIES 168
Afdeling 5.5.1. Algemeenheden 168
Afdeling 5.5.2. Doelen 168
Afdeling 5.5.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties 169
Afdeling 5.5.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers 169
Afdeling 5.5.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron 169

Onderafdeling 5.5.5.1. Veiligheidsverbuikers met geïntegreerde veiligheidsbron 169
Onderafdeling 5.5.5.2. Veiligheidsverbuikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron 169
Afdeling 5.5.6. Maatregelen te nemen bij een brand 170
Onderafdeling 5.5.6.1. Algemeenheden 170
Onderafdeling 5.5.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron 171
Onderafdeling 5.5.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd) 171
Onderafdeling 5.5.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen 171
Afdeling 5.5.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout 172
Onderafdeling 5.5.7.1. Algemeenheden 172
Onderafdeling 5.5.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen 173
Onderafdeling 5.5.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen 173
Onderafdeling 5.5.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen 174
Onderafdeling 5.5.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen 174
Afdeling 5.5.8. Bijzondere voorschriften 175
HOOFDSTUK 5.6. KRITISCHE INSTALLATIES 176
Afdeling 5.6.1. Algemeenheden 176
Afdeling 5.6.2. Te nemen beschermingsmaatregelen 176
Onderafdeling 5.6.2.1. Algemeenheden 176
Onderafdeling 5.6.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron 177
Onderafdeling 5.6.2.3. Bij een brand 177
Onderafdeling 5.6.2.4. Bij een elektrische fout 177
Onderafdeling 5.6.2.5. Bijzondere voorschriften 179

Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel

Afdeling 5.1.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen

Het elektrisch materieel moet gekozen en geïnstalleerd worden om te voldoen aan:

- de voorschriften van dit Boek;
- de voorwaarden van de te verwachten uitwendige invloeden;

zodat personen en goederen geen gevaar zouden lopen.

Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand

Het elektrisch materieel moet zodanig gekozen en geïnstalleerd worden dat er geen gevaar bestaat enerzijds voor personen anderzijds voor voorwerpen en materiaal in de nabijheid. Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan de aansluitingen en verbindingen van het elektrisch materieel.

Het elektrisch materieel moet zo opgevat en geïnstalleerd worden dat de warmteafgifte, voortgebracht in normaal bedrijf door dit elektrisch materieel, niet wordt gehinderd.

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een overmatige warmteconcentratie te vermijden moet een gepast warmteafvoersysteem worden voorzien.

In het kader van de beveiliging tegen brand zijn bijkomende regels gedefinieerd in de *afdeling 4.3.3.*

Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied

Deze voorschriften zijn van toepassing op:
- elektrisch materieel voor zeer lage spanning;
- elektrisch materieel voor laagspanning;
- hoogspanningsgebruikstoestellen met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning (zie *afdeling 1.2.1.*).

Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen

Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden

Elektrisch materieel wordt verondersteld de vereiste veiligheid te bieden:
- hetzij wanneer het overeenkomstig is met de criteria bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek IX, Veiligheid van producten en diensten, wat betreft het op de markt brengen van niet-gereglementeerd elektrisch materieel en in zijn uitvoeringshandelingen;
- hetzij voor elektrisch hoogspanningsmaterieel met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning dat deel uitmaakt van een geheel dat met goed resultaat de proeven van het isoleringsniveau heeft doorstaan en voorzien is van een kenplaat waarop de spanningen, tijdens deze proeven aangewend, zijn aangeduid. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, stellen ieder voor wat hem betreft, eventueel per geval, bij besluit, de voorwaarden van deze proeven vast.

Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering

Indien hoogspanningsgebruikstoestellen met een begrensd vermogen gevoed op laagspanning, niet voldoen aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, moeten ze zodanig ontworpen, vervaardigd en geplaatst zijn dat de luchtafstand tussen de blanke delen onder spanning, tussen deze delen en de massa of tussen blanke onder spanning staande delen van een zelfde fase wanneer ze in geopende stand gescheiden zijn, ten minste gelijk is aan:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Daarin is:
- d: de voorgenoemde afstand in mm;
- U_N: de nominale spanning tussen fasen van het toestel uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere een heid.

Wanneer de blanke oppervlakken door een of meerdere isolerende stoffen andere dan de lucht geïsoleerd zijn, het luchtledige inbegrepen, moet het isolatiepeil dat voortvloeit uit de kleinere afstanden die bestaan tussen de in het voorgaande lid vermelde delen ten minste gelijk zijn aan dit tot stand gebracht door de luchtafstanden die voortvloeien uit de toepassing van de formule van het voorgaande lid.

Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen

De differentieelstroominrichtingen moeten voldoen hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein, hetzij aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden

De keuze en het gebruik van elektrisch materieel geschieden in functie van de aanwezige uitwendige invloeden in overeenstemming met de door de Ministers, die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder wat hem betreft, getroffen besluiten of bij ontstentenis daarvan, in akkoord met de vertegenwoordiger van het in *hoofdstuk 6.3.* bedoeld erkend keuringsorganisme.

Wanneer verschillende uitwendige invloeden zich gelijktijdig kunnen voordoen, kunnen hun gevolgen onafhankelijk zijn of elkaar onderling beïnvloeden en, in dit geval, de keuze van de beschermingsgraad wijzigen.

Wanneer nochtans het elektrisch materieel door constructie de vereiste eigenschappen niet bezit, mag het toch gebruikt worden op voorwaarde dat het bij het installeren wordt voorzien van een bijkomende bescherming waardoor gelijkwaardige eigenschappen verzekerd worden. Deze bijkomende bescherming mag de werking van het aldus beschermd elektrisch materieel niet schaden.

Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel

Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen

De elektrische machines en toestellen moeten zo ontworpen en geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is. Deze vereiste geldt eveneens wanneer elektrische machines en toestellen geïnstalleerd zijn in omhulsels of vakken van omhulsels.

Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen

Elektrische leidingen moeten derwijze geplaatst worden dat steeds hun isolatie kan gemeten worden, na zo nodig buitenspanningstelling, en dat de plaats van eventuele fouten alsook de juiste aard van de toevallige fouten kan bepaald worden.

Afdeling 5.1.6. Markering

Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrisch materieel

De laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de vaste machines en toestellen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

Met uitzondering van halfvlakke VTLBp-kabels moet de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleider, gemerkt door de blauwe kleur, voorbehouden worden aan de nul- of compensatorgeleider (N) in de stroombanen die zulk een geleider bezitten.

Wanneer de stroombaan geen nulgeleider bevat, mag de blauwe geleider van meerpolige kabels voor een ander doel gebruikt worden, behalve als beschermingsgeleider.

Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen

Afdeling 5.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.2.1.1. Identificatiecode van elektrische leidingen

De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Onderafdeling 5.2.1.2. Keuze van elektrische leidingen

De elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, en in het bijzonder hun doorsneden, worden derwijze gekozen dat:

a) tenzij tegenstrijdige omschrijving bepaald in dit Boek, hun toegelaten stroom I_z, zoals bepaald in *onderafdeling 4.4.1.5.*, ten minste gelijk is aan de bedrijfsstroom I_B van de beschouwde stroombaan;
b) de spanningsval onder de normale bedrijfsvoorwaarden verenigbaar is met de bedrijfszekere werking van de gevoede elektrische machines en toestellen;
c) de elektrodynamische invloeden die kunnen voorkomen in geval van kortsluiting de veiligheid niet in gevaar brengen;
d) de andere mechanische invloeden, voorzien in de regels van goed vakmanschap, ze niet beschadigen;
e) de waarde van de impedantie van de stroombaan verenigbaar is met de werking van de beveiliging opgelegd door dit Boek.

De Ministers die bevoegdheid hebben respectievelijk over Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk mogen, bij besluit, de dienaangaande te volgen regels vastleggen.

Het is verboden voor de normale transmissie van elektrische energie als geleider te gebruiken:
- water- of gasleidingen;
- metalen delen van een constructie;
- de metalen omhulsels van geïsoleerde elektrische geleiders;
- verwarmingsbanen;
- de grond.

De elektrische leidingen worden gekozen in functie van de aanwezige uitwendige invloeden en de karakteristieken van de installatie (spanning, stroom, vermogen, compatibiliteit…).

Voor de elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, wordt het gebruik van geïsoleerde geleiders met een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² verboden.

Nochtans worden uitzonderingen toegestaan voor de geleiders van de elektrische leidingen, opgenomen in *tabel 5.1.*

Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben

Minimale doorsnede (mm²)	***Elektrische leidingen***
1,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen zonder contactdoos, met uitzondering van één enkele contactdoos met een nominale stroomsterkte van 2,5 A ingebouwd in verlichtingsarmaturen.
1	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen ingebouwd in schakel- en verdeelborden en die enkel een stopcontact voeden. De beschermingsinrichtingen van deze elektrische leidingen moeten aangepast zijn voor de doorsnede van deze elektrische leidingen.
0,75	
0,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen.

In de huishoudelijke installaties, wordt elk (verplaatsbaar) toestel met vaste standplaats of elke (verplaatsbare) machine met vaste standplaats met een nominaal vermogen groter of gelijk aan 2600 W afzonderlijk gevoed door een exclusief toegekende stroombaan. De wasmachine, de afwasmachine, de droogkast, het elektrisch fornuis, de elektrische kookplaat en de elektrische oven worden ook afzonderlijk gevoed door een exclusief toegekende stroombaan. De toestellen van een elektrische verwarming met vaste standplaats worden gevoed door een of meerdere exclusief toegekende stroombanen. De doorsnede van de elektrische leidingen bestemd voor de voeding van deze elektrische toestellen of machines wordt in functie van het vermogen van deze elektrische toestellen of machines gekozen.

Onderafdeling 5.2.1.3. Plaatsing van de geleiders

Een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

In dat geval moeten maatregelen genomen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap om te vermijden dat bij een eventueel galvanisch contact tussen geleiders van verschillende stroombanen de veiligheid van personen evenals het behoud van de goederen in gevaar wordt gebracht.

De éénaderige kabels en de geïsoleerde geleiders behorend tot eenzelfde stroombaan moeten in de onmiddellijke nabijheid van elkaar geplaatst worden. Deze regel is eveneens van toepassing op de bijhorende beschermingsgeleider.

Onderafdeling 5.2.1.4. Isolatie van de geleiders

a. Algemeenheden

In gewone ruimten moeten alle actieve geleiders van elektrische leidingen in principe samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze met behulp van een continue bekleding geïsoleerd zijn.

Anderzijds moeten de geprefabriceerde leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Het is evenwel toegelaten blanke actieve geleiders te gebruiken:
- mits eerbiediging van de voorschriften met betrekking tot de gedeeltelijke bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking hetzij door het buiten bereik stellen door middel van verwijdering volgens de voorschriften van *4.2.2.1.d.,* hetzij door middel van hindernissen volgens de voorschriften van *4.2.2.1.e.*;
- in de industriële ruimten, mits eerbiediging der voorschriften van *4.2.2.5.f.,* met betrekking tot contactlijnen voor rol- of glijcontacten.

b. Specifieke voorschriften voor installatie op ZLVS en op ZLBS

In de binneninstallaties moeten alle actieve geleiders samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze geïsoleerd zijn. Het is evenwel toegelaten blanke geleiders te gebruiken:
- wanneer de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2.* de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking geëerbiedigd worden;
- in de niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten waar werknemers, bedoeld bij artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, zijn tewerkgesteld, wanneer de voorschriften van *4.2.2.5.f.* met betrekking tot de contactlijnen voor rol- of glijcontacten geëerbiedigd worden;
- voor het gebruik van geprefabriceerde leidingen, indien ze conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of indien ze beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.2.1.5. Mechanische weerstand - doorvoeren

De plaatsing de van de elektrische leidingen moet zodanig uitgevoerd worden dat ze een voldoende mechanische weerstand behouden, rekening houdend met de belastingsomstandigheden waaraan ze blootgesteld worden.

Elektrische leidingen die bijzonder aan mechanische beschadigingen blootgesteld zijn, moeten van het gepantserd type zijn of voorzien worden van een speciale bescherming die hen hiertegen vrijwaart.

Voor de doorvoeren tussen lokalen welke belangrijke verschillen in hygrometrische toestand vertonen, moeten speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden om het indringen en de condensatie van water in de doorvoeren te vermijden. Indien de doorvoeren uitgevoerd worden door middel van niet-afgedichte buizen moeten deze afhellen naar het vochtigste lokaal en worden ze derwijze geplaatst dat de geleiders vrij geventileerd worden.

Dezelfde voorzorgsmaatregelen moeten genomen worden voor de doorvoeren naar buiten.

De doorvoeren die uitmonden in een lokaal met de uitwendige invloeden BE2 en/of AF4 moeten langs de zijde van dit lokaal afgedicht worden.

Bij doorvoeren van vloeren moet ter hoogte van de afgewerkte vloer de bescherming van de elektrische leiding verzekerd worden tegen mechanische beschadiging en vloeistoffen die op de afgewerkte vloer kunnen uitgegoten worden. Indien de doorvoer wordt uitgevoerd als in buizen geplaatste geleiders zijn deze waterdicht en hun

bovenkant steekt boven de vloer uit op een hoogte ten minste gelijk aan deze der plinten indien aanwezig en met een minimum van 10 cm.

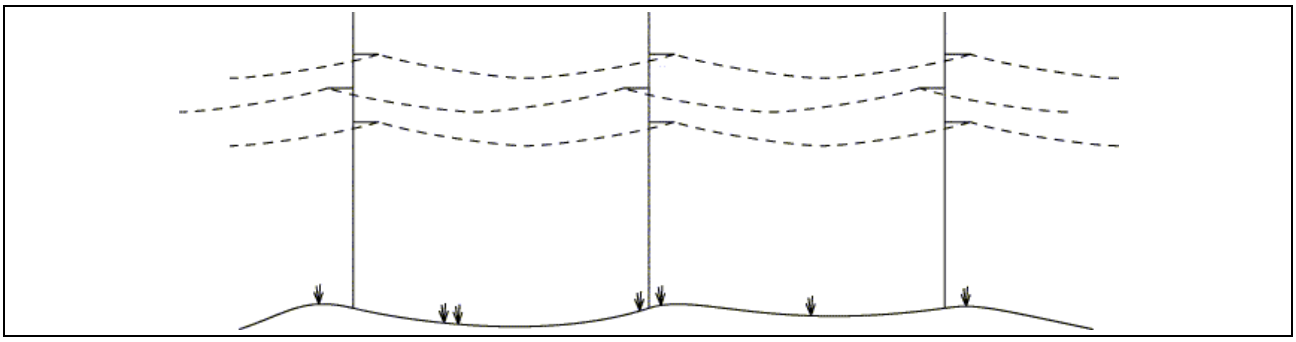
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.2.1. Laagspanning

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. als luchtlijnen;

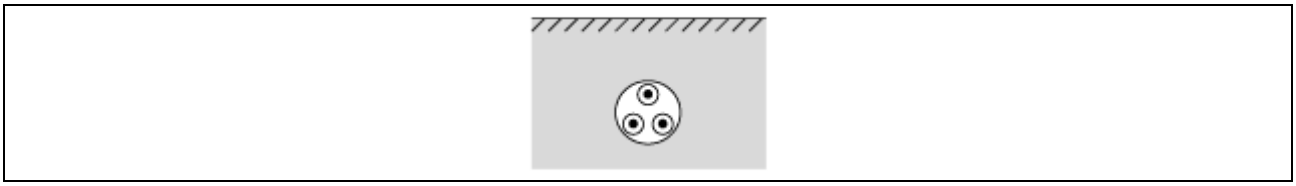
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen



b. als ondergrondse elektrische leidingen;

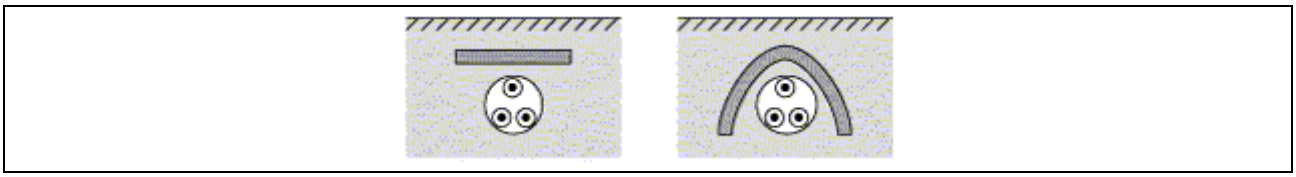
b.1. rechtstreeks ingegraven

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen



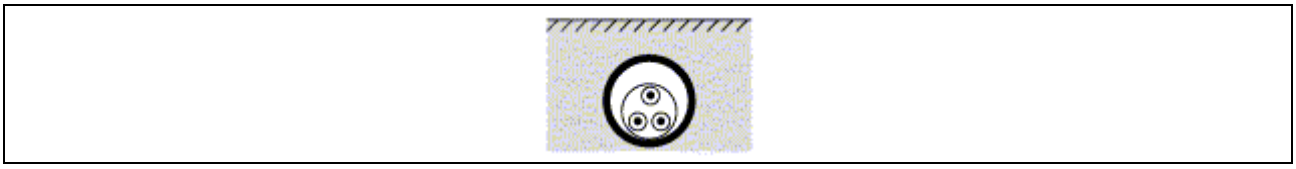
b.2. ingegraven met mechanische bescherming

Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming



b.3 ingegraven in een huls

Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven in een huls

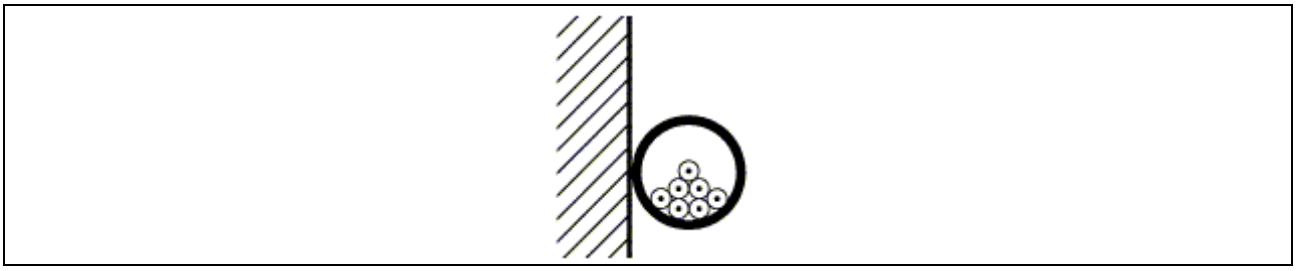


c. als contactlijn voor rol- of glijcontacten;

d. in opbouw:

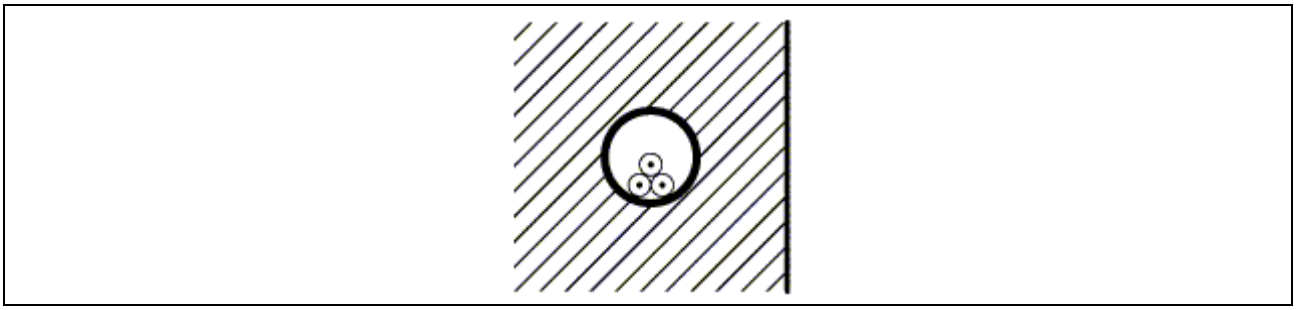
de elektrische leiding wordt aangebracht tegen het oppervlak van een wand van een ruimte of in zijn onmiddellijke nabijheid op zulke wijze dat de afstand tussen de elektrische leiding en de wand niet groter is dan 0,3 maal de buitendiameter van de bedoelde elektrische leiding.

Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw



e. in verzonken buizen;

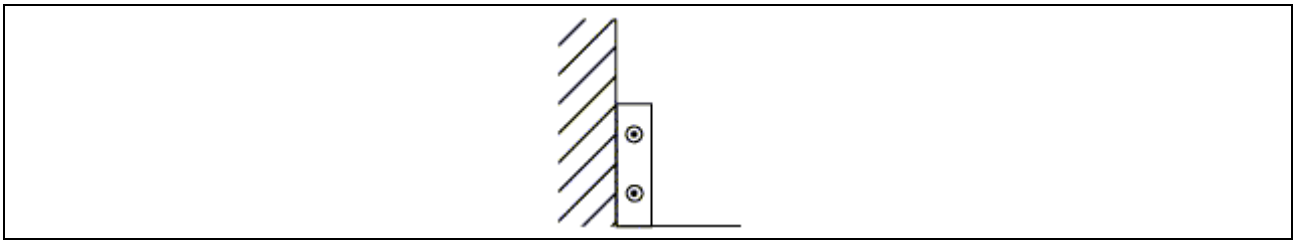
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw



f. in daartoe bestemde sierlijsten, plinten en lijsten;

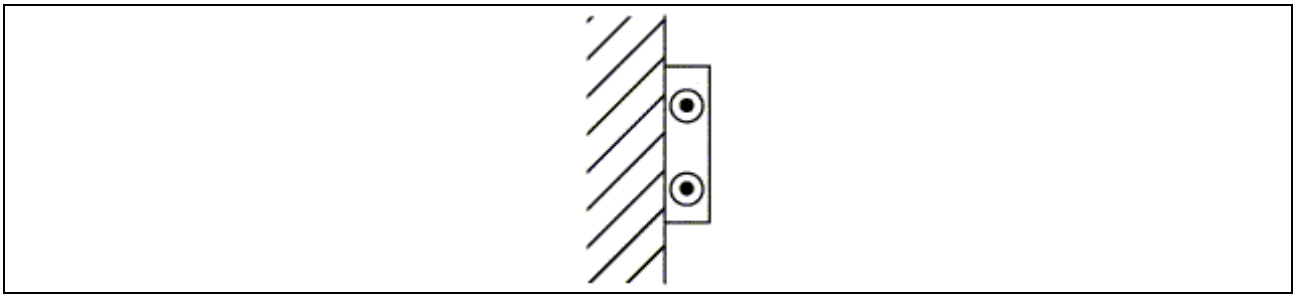
f.1. plint

Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten



f.2. lijst

Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten

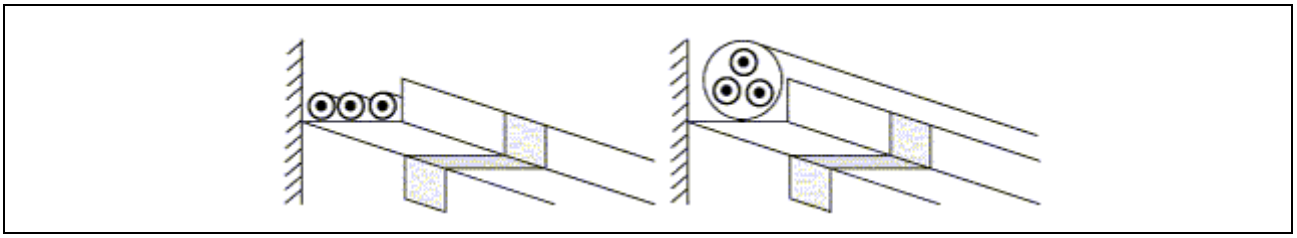


g. in de vrije lucht, hetzij met klemmen, beugels of andere bevestigingsmiddelen, hetzij op kabelrekken, kabelladders, kraagstukken, haken of gelijkaardige steunen; de elektrische leiding is van alle wanden

verwijderd op een afstand groter dan of gelijk aan 0,3 maal haar buitendiameter;

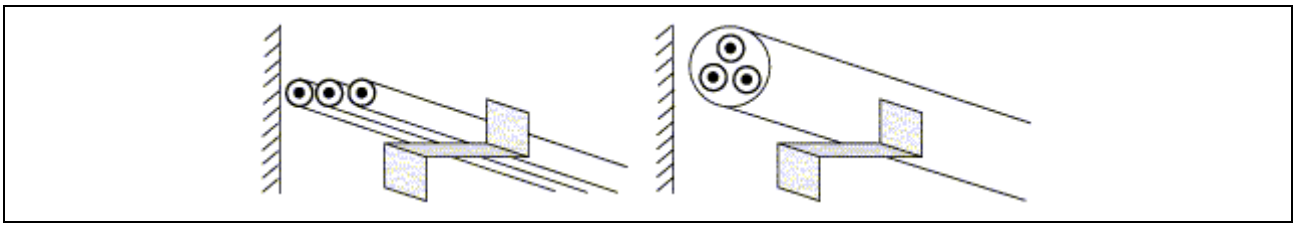
g.1. kabelrekken

Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



g.2. haken

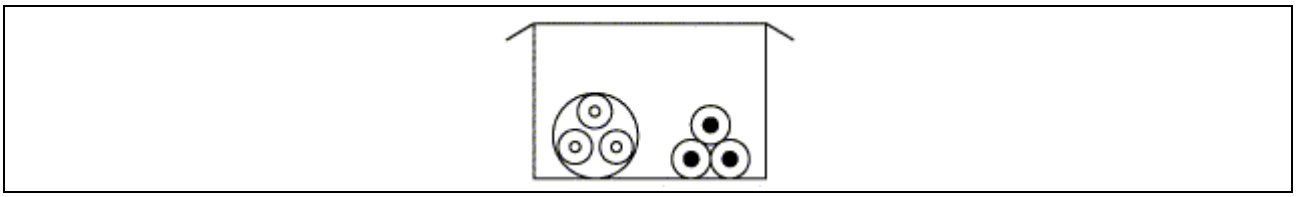
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



h. in kabelbanen of goten;

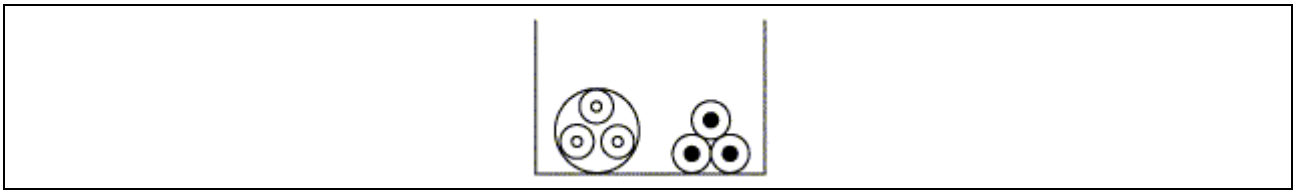
h.1. kabelbaan

Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



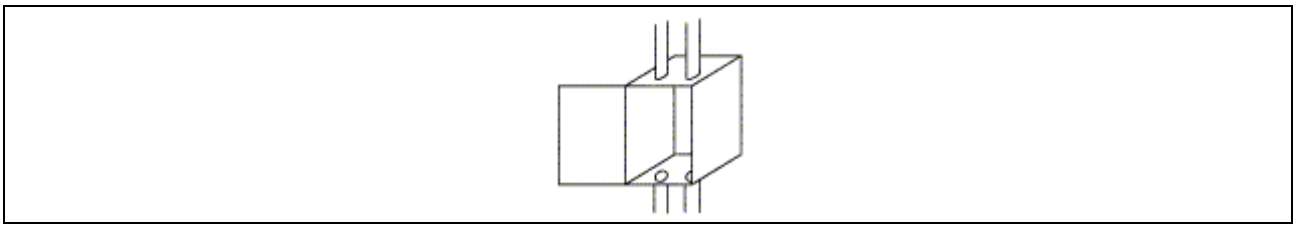
h.2. goot

Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot



i. in kokers;

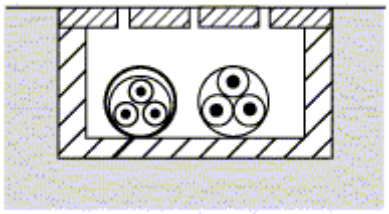
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers



j. in open, gesloten of met zand gevuld kabelkanaal;

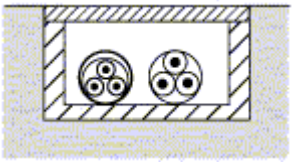
j.1. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



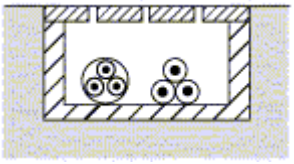
j.2. buizen in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



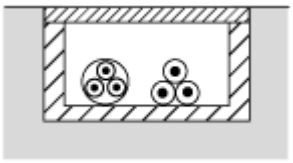
j.3. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



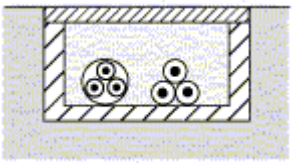
j.4. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



j.5. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

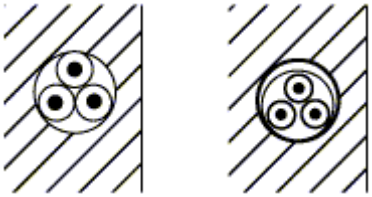
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



k. in holle constructieruimten, holten en in geprefabriceerde uitgeholde blokken;

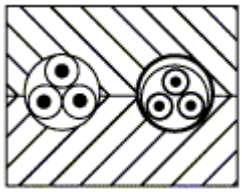
k.1. holten

Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



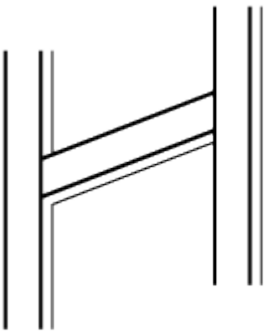
k.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



l. achter wandpanelen;

Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen



m. rechtstreeks verzonken, zonder buizen;

Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen

n. in geprefabriceerde leidingen;

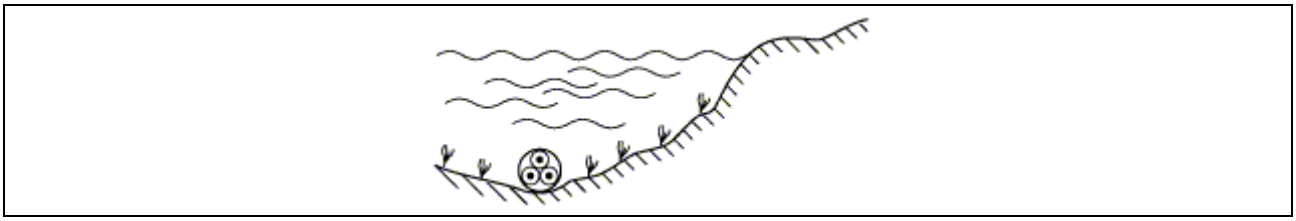
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen

o. op isolatoren;

Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren

p. onder water;

Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



q. in zolderingen, vloeren en muren voor de verwarmingsleidingen en verwarmingspanelen.

Onderafdeling 5.2.2.2. Zeer lage spanning

Alle plaatsingswijzen voor de elektrische leidingen op laagspanning zijn toepasselijk voor elektrische leidingen op zeer lage spanning. De elektrische en/of mechanische karakteristieken mogen echter versoepeld worden behalve bij uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2.

Bovendien mogen de geleiders en kabels rechtstreeks in de vloer geplaatst worden. Er moet echter rekening gehouden worden met de mechanische krachten waar ze aan blootgesteld kunnen worden daar deze krachten, gezien de kleine mechanische weerstand van de elektrische leidingen, gemakkelijk tot de breuk ervan kunnen leiden. Als blanke geleiders rechtstreeks in de vloer aangebracht worden, moeten ze op zeer lage spanning gevoed worden door middel van een beschermingstransformator.

Onderafdeling 5.2.2.3. Zeer lage veiligheidsspanning

De plaatsingswijzen voor elektrische leidingen op zeer lage spanning zijn van toepassing op elektrische leidingen op zeer lage veiligheidsspanning met uitzondering van de rechtstreekse plaatsing van de blanke geleiders in de grond.

Onderafdeling 5.2.2.4. Bijkomende plaatsingswijze

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, andere plaatsingswijzen voor elektrische geleiders en leidingen toelaten en de te eerbiedigen veiligheidsvoorwaarden vastleggen.

Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat zij geschikt zijn voor de laagste en de hoogste plaatselijke omgevingstemperatuur.

De elementen van de elektrische leidingen, met inbegrip van kabels en toebehoren, moeten worden geïnstalleerd of verwerkt bij temperaturen binnen de grenzen zoals aangegeven in de desbetreffende productnormering of zoals opgegeven door de fabrikant.

Bovendien moeten bijkomende maatregelen (thermische isolatie, mechanische bescherming, starre bevestiging...) genomen worden in die gevallen waar de temperatuur lager kan worden dan −25 °C.

Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat geen schade veroorzaakt wordt door condensatie of binnendringend water. De beschermingsgraad IP van elektrische leidingen moeten na voltooiing voldoen aan de ter plaatse van toepassing zijnde uitwendige invloeden.

Wanneer zich in de elektrische leidingen water kan verzamelen (ook door condensatie), moeten voorzieningen worden getroffen om dit te laten afvloeien.

Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF)

Indien de hoeveelheid corrosieve of vervuilende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) zijn alle elektrische leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen toegelaten of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar corrosieve of vervuilende stoffen van atmosferische oorsprong (AF2) aanwezig zijn, moeten ze van een type zijn dat met succes de proef met zoutnevel kan ondergaan, zoals vastgesteld hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar ze onderworpen zijn aan een onderbroken of een toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik (AF3), moeten ze van een type zijn dat met goed gevolg de proef van corrosiebestendigheid kan ondergaan zoals voorgeschreven hetzij door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij door bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen onderworpen zijn aan een bestendige inwerking (AF4) van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten moeten ze speciaal bestudeerd zijn in functie van de aard van de betrokken producten. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit, bijzondere voorwaarden hieromtrent vastleggen.

Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

Indien de te verwachten schokken van de klasse AG1 zijn, mogen de elektrische leidingen van het huishoudelijk type zijn conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of mogen beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de te verwachten schokken van de klasse AG2 of AG3 zijn moeten de elektrische leidingen een mechanische bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten schokken.

Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Indien de elektrische leidingen blootgesteld zijn aan middelmatige of belangrijke (AH2 en AH3) trillingen, moeten ze speciaal bestudeerd worden of moeten hiervoor bijzondere schikkingen getroffen worden.

Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De tegen flora te treffen maatregelen hangen af van de aard van de flora en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is te wijten hetzij aan een schadelijke ontwikkeling, hetzij aan een overvloedige groei van planten.

De tegen fauna te nemen beschermingsmaatregelen zijn, naargelang van het geval:
- een gepaste beschermingsgraad tegen de indringing van vaste lichamen;
- een voldoende mechanische weerstand, een metalen pantsering;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna tegen te gaan, zoals reiniging, gebruik van scheikundige bestrijdingsmiddelen...

Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

Indien van toepassing, moeten de maatregelen van *onderafdeling 5.3.2.8.* in acht genomen worden.

Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden voor de bescherming tegen elektrische schokken zijn deze die de weerstand van het menselijk lichaam beïnvloeden en die bepaald werden in *tabel 2.3.* in *afdeling 2.4.1.* alsook het contact van personen met het aardpotentiaal zoals bepaald in *afdeling 2.10.13.*

Onderafdeling 5.2.3.9. In functie van de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden worden bepaald in:
- *afdeling 2.10.15.* voor de aard der behandelde of opgeslagen goederen;
- *afdeling 2.10.16.* voor de bouwmaterialen;
- *afdeling 2.10.17.* voor de structuur van gebouwen.

De na te volgen voorschriften voor de keuze van elektrische leidingen worden gegeven in:
- *afdeling 4.3.3.*en *5.2.7.* betreffende de bijzondere voorzorgsmaatregelen tegen brandgevaar;
- *onderafdeling 7.102.8.4.* betreffende de voorzorgsmaatregelen tegen ontploffingsgevaar.

Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders

Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden

De toe te passen regels voor de bescherming tegen overstroom worden behandeld in *hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom*.

Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied

De elektrische bescherming tegen overstroom voor de bedrading in elektrische machines of toestellen moet verzekerd worden volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

Actieve geleiders van elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen overstroom tenzij ze aangesloten zijn op een bron met een impedantie die haar maximumstroom beperkt tot een waarde die kleiner dan of gelijk is aan de toelaatbare stroom in deze elektrische leidingen.

Snoeren die elektrische machines en toestellen rechtstreeks voeden en die aangesloten worden op een contactdoos hoeven niet beschermd te worden tegen overstroom indien hun lengte en de doorsnede van de geleiders conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen is of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Snoeren van verlengsnoeren met koppelcontactstop of tafelcontactdoos, met of zonder oprolmechanisme, hoeven niet beschermd te worden tegen overstroom indien:
1. voor een nominale stroom kleiner dan of gelijk aan 2,5 A, de minimumdoorsnede van de geleiders ten minste 0,75 mm^2 is;
2. voor een nominale stroom groter dan 2,5 A en kleiner dan of gelijk aan 16 A de minimumdoorsnede van de geleiders ten minste 1,5 mm^2 is;
3. voor een nominale stroom groter dan 16 A, de minimumdoorsnede van de geleiders overeenstemt met deze, gegeven door de regels van goed vakmanschap.

Het is toegelaten geen bescherming tegen overstromen als gevolg van kortsluiting te installeren en het is verboden een beschermingsinrichting tegen overbelasting te plaatsen op elektrische leidingen die een elektrische machine of toestel voeden waarvan het onvoorzien afschakelen gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de opwekkingsstroombaan van motoren, de geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, de secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, de voedingsstroombaan van elektromagneten voor laad- en hijstoestellen, ... De doorsnede van de geleiders van deze stroombanen moet gekozen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel tegen overstroom wordt voorzien tot het voorkomen van temperatuursverhoging van het railstel en zijn blanke aftakkingen in onderstations, verdeelposten of verdeelkasten in zoverre zij voldoende afmetingen hebben om te weerstaan aan thermische en mechanische belastingen, veroorzaakt door mogelijke kortsluitstromen die er doorheen kunnen vloeien. Met dit doel moeten hun afmetingen voldoen aan de volgende voorschriften:
1. Uit thermisch oogpunt gezien moet hun doorsnede volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. Ze is functie van:
   - de aard en de kenmerken van het metaal van de geleider (volumetrische massa, massawarmte en weerstand);
   - de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider;
   - de maximale opwarming van de geleider die wordt vastgesteld op 250°C.

   De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.
2. Uit mechanisch oogpunt gezien moet de totale structuur, dit wil zeggen het profiel, de schikking en vasthechting, bestand zijn tegen de aantrekkings-, afstotings- en resonantiekrachten, veroorzaakt door de maximumkortsluitstroom (piekwaarde):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

   Daarin is I_c de piekwaarde.

Afdeling 5.2.5. Spanningsval

De spanningsval in elektrische leidingen moet beperkt worden tot de waarden beschreven in de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.6. Verbindingen

Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in schakel- en verdeelborden, verbindings- of aftakdozen, aan de klemmen van schakelaars of contactdozen, of in de plafonddozen met voldoende volume voor het ophangen van verlichtingstoestellen.

De behuizing van verzonken schakelaars en contactdozen moet voldoende ruim zijn om er de verbindingen gemakkelijk in onder te brengen.

Verbindings-, aftak- en inbouwdozen voor plaatsing in buizen moeten uit metaal, onbrandbaar gemaakt hout of een niet-vlamverspreidende isolerende materiaal zijn. Zij moeten conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Aan de uiteinden van elektrische leidingen, en vooral op de plaatsen waar zij elektrische machines en toestellen binnenkomen, moet een continue bescherming verzekerd worden.

De aansluiting moet, indien noodzakelijk, de afdichting verzekeren met behulp van wartelinvoer, deksels...

Wanneer de elektrische leidingen een mantel of een omhulsel bevatten met een bepaalde beschermingsgraad, dan moet de wartelinvoer aangedrukt worden op deze mantel en niet op de isolatie der geleiders. Wanneer de afdichtingsmantel zich onder een metalen bewapening bevindt, moet de bewapening voor de wartelinvoer zorgvuldig afgesneden worden en vastgehouden door een aangepaste inrichting welke weerstaat aan de inwendige en uitwendige invloeden.

De wartelinvoeren van de omhulsels met dubbele isolatie moeten uit isolerend materiaal vervaardigd zijn.

Voor wat de ondergrondse kabels betreft moeten de isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties

a. Algemeenheden

De toestellen kunnen op de installaties worden aangesloten, hetzij rechtstreeks via een vaste elektrische leiding, hetzij via een snoer.

Onder toestellen gevoed via een snoer verstaat men de verplaatsbare en draagbare toestellen alsook deze voor dewelke deze wijze van aansluiting erkend is door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

b. Rechtstreekse aansluiting van toestellen op een vaste elektrische leiding

De elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen mogelijke beschadigingen waaraan ze zijn blootgesteld. Bovendien mogen de aansluitingen van geleiders met de toestellen niet onderworpen worden aan trek- of wringingskrachten.

Aan de ingang van de toestellen moeten de elektrische leidingen eveneens beschermd worden tegen mechanische beschadiging.

De aansluiting van de geleiders met de toestellen moet verwezenlijkt worden volgens de regels van goed vakmanschap.

c. Aansluiting via een snoer

De snoeren moeten een voldoende aantal geleiders bevatten die elektrisch gescheiden zijn en mechanisch een geheel vormen met inbegrip van de beschermingsgeleider wanneer deze noodzakelijk is.

De elektrische snoeren moeten gekozen worden rekening houdend met:
- de gebruiksvoorwaarden;
- de uitwendige invloeden;
- de beschermingsvoorschriften tegen onrechtstreekse aanraking.

De aansluiting van snoeren op vaste elektrische leidingen moet geschieden:
- hetzij via stopcontacten;
- hetzij via verbindingsdozen;
- hetzij via glijcontacten op een trolley wanneer het gaat om de voeding van verplaatsbaar materiaal of verplaatsbare lampen.

De aansluitingen van snoeren op de toestellen moet verwezenlijkt worden:
- hetzij door middel van snoeren die blijvend aan de toestellen verbonden zijn;
- hetzij via een connector die zodanig wordt aangebracht dat de actieve delen van de toestelcontactdoos en het stopcontact niet genaakbaar zijn wanneer ze onder spanning staan.

De connectoren moeten voldoen aan de volgende voorschriften:
- de connectoren die niet geplaatst zijn in gesloten ruimten van de elektrische dienst zijn voorzien van hetzij een vergrendelingsinrichting die de doorgang van de stroom onderbreekt vóór de ontkoppeling, hetzij van een inrichting die een werktuig of ieder ander middel met een equivalente veiligheidsgraad nodig heeft voor de ontkoppeling;
- de connectoren hebben een beschermingsgraad van minstens IPXX-B (zijde bron) in open stand;
- de delen «bron» en «aftakking» van de connector zijn voorzien van een specifieke markering van de delen van de connector en van een mechanisch systeem dat de omwisseling verhindert tussen de fase-, nul- en beschermingsgeleiders.

De afneembare aftakelementen van geprefabriceerde leidingen waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A:
- moeten een beschermingsgraad hebben die ten minste gelijk is aan IPXX-B;
- zijn voorzien van een lastscheidingsschakelaar van de gebruikscategorie AC22A of DC22A beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- laten de toegang tot de inwendige uitrusting alsmede het aanbrengen op of wegnemen van de geprefabriceerde leidingen slechts toe wanneer de lastscheidingsschakelaar is geopend.

Afdeling 5.2.7. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding

Onderafdeling 5.2.7.1. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *onderafdelingen 5.2.7.2.* en *5.2.7.3.* beantwoorden:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring;
3. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*

- *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
- *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken, of*
- *geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,*

aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt en zij geplaatst zijn in een omgeving met normaal brandgevaar. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:

- *voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;*
- *voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;*
- *voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.*

Onderafdeling 5.2.7.2. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *onderafdeling 5.2.7.1.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van *onderafdeling 5.2.7.2.* of *onderafdeling 5.2.7.3.*

Onderafdeling 5.2.7.3. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*). Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F2 of de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling in een schakel- en verdeelbord, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft;
3. de kabels tussen de laagspanningsklemmen van een transformator hoogspanning/laagspanning en de algemene beschermingsinrichting voor zover deze kabels, waarvan de lengte niet langer dan 10 meter is, in dezelfde exclusieve ruimte van de elektrische dienst als de transformator zijn geïnstalleerd en voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} hebben.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *onderafdeling 5.2.7.1.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Onderafdeling 5.2.7.4. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-vlamverspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De thermoplastische vlamverspreidende buizen mogen slechts worden gebruikt wanneer ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm.

Afdeling 5.2.8. Nabijheid van andere leidingen

Ingeval elektrische leidingen in de nabijheid liggen van niet-elektrische leidingen, moeten de elektrische leidingen derwijze geplaatst worden dat tussen de uitwendige oppervlakken ervan een afstand behouden wordt, zodat elke tussenkomst op één van de leidingen geen risico van beschadiging van de andere meebrengt.

In de nabijheid van verwarmings- of warmeluchtleidingen en schoorstenen, mogen de elektrische leidingen hierdoor het risico niet lopen op een voor hen schadelijke temperatuur gebracht te worden en als zodanig moeten ze op een voldoende afstand gehouden worden of door een warmtewerend scherm gescheiden worden van deze leidingen.

Elektrische leidingen mogen evenmin in schoorstenen, ventilatie- of ontrokingskanalen geplaatst worden.

De elektrische leidingen mogen niet in parallel onder leidingen geplaatst worden die condensatie kunnen veroorzaken (zoals water-, stoom-, of gasleidingen...) tenzij maatregelen genomen worden om de elektrische leidingen te beschermen tegen de gevolgen van deze condensatie.

Elektrische en niet-elektrische leidingen mogen enkel gegroepeerd worden binnen eenzelfde aanlegsysteem (kabelkanaal, koker, goot...) indien de volgende voorwaarden gelijktijdig worden vervuld:
1. de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen wordt verzekerd waarbij de niet-elektrische metalen leidingen als geleidende delen beschouwd worden;
2. de elektrische leidingen moeten degelijk beschermd worden tegen gevaren voorkomend uit de aanwezigheid van de andere leidingen.

Wanneer de elektrische leidingen een uitwendige isolerende bekleding bevatten, gelijkwaardig met een bijkomende isolatie en ontworpen om hun eigenschappen te behouden in de kokers of kabelkanalen, dienen geen verdere beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking genomen te worden, zelfs in het geval dat later andere metalen leidingen bijgevoegd worden.

De gevaren die kunnen voortvloeien uit de aanwezigheid van andere leidingen zijn ondermeer:
- een temperatuursverhoging, te wijten aan de nabijheid van stoom- of verwarmingsleidingen of meer in het algemeen van een leiding met een warm fluïdum;
- het condensatiegevaar;
- het overstromingsgevaar, ingeval van beschadiging van een vloeistofleiding moeten dan alle schikkingen getroffen worden teneinde de afvoer van de vloeistof te verzekeren.

Voor de ondergrondse kabels in de nabijheid van gasleidingen moeten de nodige voorzorgsmaatregelen genomen worden om ophoping van gas te vermijden in de kijk- of mangaten. In die nabijheid moet het gebruik van buizen voor het beschermen van ondergrondse gewapende kabels vermeden worden. De nodige voorzorgsmaatregelen moeten echter genomen worden om ophoping van gas te voorkomen wanneer de omstandigheden er toe verplichten dergelijke bescherming te gebruiken.

Afdeling 5.2.9. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.9.1. Luchtlijnen

Voor de installatieregels specifiek voor luchtlijnen op lage en zeer lage spanning zijn de voorschriften van het *hoofdstuk 7.1.* van het Boek 3 van toepassing.

Onderafdeling 5.2.9.2. Ondergrondse elektrische leidingen

a. Algemeenheden

Enkel kabels, conform hetzij de desbetreffende door de Koning gehomologeerde of door het NBN geregistreerde normen hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, mogen in de grond en in ontoegankelijke ondergrondse kokers geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE).

Behalve indien het technisch onmogelijk is, moet de kabel ten minste 0,60 m diep onder het grondvlak (maaiveld, bovenvlak van tegels of van het wegdek...) ingegraven worden.

Indien deze ingravingsdiepte van 0,60 m niet kan verwezenlijkt worden, moet de bescherming gevormd worden door een doorlopend omhulsel of door een omhulsel met ineenschuifbare of overlappende voegen, in duurzaam en weerstandbiedend materiaal overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap, of door een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

De ondergrondse aanleg van kabels is alleen toegelaten als ze aan één van de volgende voorwaarden beantwoorden:
- ze zijn voorzien van een geaarde beschermingsmantel en wanneer ze, hetzij samengesteld zijn met een bewapening hetzij beschermd zijn door een versterkte mantel die weerstand biedt tegen aanraking met harde lichamen of tegen schokken door metalen handwerktuigen; de coördinatie tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zodanig dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen de beschadigingen die door kortsluiting of een aardingsfout zouden kunnen veroorzaakt worden;

- ze zijn voorzien van een uitwendige mantel die in normale omstandigheden een voldoende weerstand blijft behouden tegen aanrakingen door harde lichamen en tegen schokken veroorzaakt door metalen handwerktuigen; in dat geval moet de elekrische leiding bovendien over haar ganse lengte beschermd worden door een afdekking uit duurzaam en weerstandbiedend materiaal, dit om ze te vrijwaren tegen aanraking van werktuigen bij opgravingen; deze bedekking steekt aan beide zijden van de kabel uit en is verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel;
- ze worden geplaatst in een buis of een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

Voor wat betreft de bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking wordt geen enkele bijkomende beschermingsmaatregel vereist buiten de hierboven beschreven voorwaarden.

b. Doorgang van muren en wanden

Wanneer voor plaatsing van ondergrondse kabels de doorgang van muren of wanden noodzakelijk is, moet de doorgang na plaatsing zorgvuldig gedicht worden.

c. Nabijheid van en kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels

c.1. Algemene voorschriften

In de nabijheid van en bij de kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels moet elke energiekabel derwijze geplaatst worden dat hij zich overal op ten minste 0,50 m van de reeds aanwezige telecommunicatiekabels bevindt.

Indien een dergelijke schikking niet uitvoerbaar is, kan een afwijking toegestaan worden door de belanghebbende Ministers of de door hen aangeduide ambtenaren. In dergelijk geval neemt diegene die de elektrische leiding plaatst, na overleg met de eigenaar van de telecommunicatiekabel, de geschikte maatregelen om latere vergissingen bij de identificatie van de kabels uit te sluiten, om alle schade te voorkomen alsook om de storingen in het telecommunicatieverkeer te vermijden en om het gevaar dat uit de toegestane afwijking kan voortvloeien uit te sluiten.

c.2. Verplaatsing van energie- en telecommunicatiekabels

Indien telecommunicatiekabels en energiekabels op aanvraag van derden worden geplaatst zijn de hierboven onder *punt c.1.* aangehaalde afwijkingsmaatregelen van toepassing.

d. Plaatsaanduiding

d.1. Principe

De aanwezigheid van een kabel moet op zichtbare en duurzame wijze aangeduid worden. Daartoe moet een merkteken aan ieder uiteinde van de rechte stukken geplaatst worden. Indien het rechte stuk langer is dan 200 m moeten ten minste om de 200 m tussenliggende merktekens geplaatst worden. Merktekens moeten eveneens geplaatst worden aan de uiteinden van de bochten.

In bochten van meer dan 20 m lengte moet een bijkomend merkteken geplaatst worden in het midden van de beschreven boog. Indien een afstand van 50 m dit merkteken scheidt van deze die het begin van de boog aanduiden moeten bijkomende merktekens geplaatst worden, zodat de afstand tussen de merktekens ten hoogste 50 m bedraagt.

d.2. Kabelbundels

In het geval van een bundel kabels mag gebruik gemaakt worden van gemeenschappelijke merktekens voor alle kabels samen.

d.3. Uitzonderingen

Indien het onmogelijk is een merkteken aan te brengen boven één of meer kabels, moet het geplaatst worden op een zo klein mogelijke afstand van de ligging van deze kabel of kabels.

In geval van private eigendommen moeten de merktekens bij voorkeur geplaatst worden aan de grenzen van de percelen ofwel op andere plaatsen waar de uitbating – en in het bijzonder de uitbating van landbouwgronden – niet belemmerd wordt door hun aanwezigheid.

Er is geen verplichting voor het aanduiden van de aanwezigheid van:
- de laagspanningsaansluitingen van netgebruikers;
- de kabels door de Belgische Spoorwegen op eigen terrein geplaatst;
- de kabels die de verschillende palen van een openbare verlichtingsinstallatie of van een lichtsignalisatie onderling verbinden alsook de kabels die deze palen verbinden met hun voedingsposten.

Evenmin moet de aanwezigheid van kabels, geplaatst in een openbare weg, aangeduid worden, wanneer de overheid die deze openbare weg beheert zich uitdrukkelijk tegen het plaatsen van merktekens verzet gezien de bijzondere aard van de wegbedekking.

d.4. Merktekens

De gebruikte merktekens moeten uit duurzaam materiaal zijn vervaardigd. Hun oppervlakte mag niet kleiner zijn dan 0,01 m^2 en hun kleinste afmeting niet kleiner zijn dan 0,08 m. Zij dragen, in reliëf op hun zichtbaar vlak, ten minste de volgende aanduidingen:
- één bliksemschicht voor de aanduiding van één enkele kabel;
- twee bliksemschichten voor de aanduiding van een bundel boven of naast elkaar liggende kabels.

d.5. Plannen van de ondergrondse leidingen

Voor wat betreft de verplichtingen van de eigenaar, zie *afdeling 9.1.5.*

d.6. Militair domein

Om redenen van militaire veiligheid mag de militaire overheid zich verzetten tegen de gehele of gedeeltelijke toepassing van dit *punt d.* op de installaties die zij gebruikt of die op haar domein liggen.

Onderafdeling 5.2.9.3. Plaatsing in buizen

a. De buizen

De buizen mogen bestaan uit een thermoplastisch materiaal of uit staal.

Zij moeten, met uitzondering van de vlamverspreidende thermoplastische buizen, conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn, of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De buizen uit thermoplastisch materiaal kunnen van het stijve, het soepel-gladde of het geringde type zijn.

De stalen buizen moeten bestaan uit een staalplaat met gelaste naad en uit hetzij gladde verbindingsstukken (TAL) hetzij draadgetrokken verbindingsstukken, indien de buizen voorzien zijn van uitwendige schroefdraad aan beide uiteinden (TAF).

Soepele buizen bestaan uit een spiraalvormig metalen omhulsel aan de buitenzijde, met al dan niet inwendige of uitwendige isolatiekoker.

De bochten of ellebogen der buizen moeten uitgevoerd worden:
- hetzij in volle buis met behulp van aangepaste tangen of toestellen;
- hetzij door middel van werkwijzen aangepast aan de buizen, zoals het opwarmen voor de buizen uit thermoplastische stof;
- hetzij in voorgevormde stukken zoals bochten of T-vormige stukken onder rechte hoek.

De kniestukken en T-vormige stukken moeten uit twee delen bestaan; hun voegen moeten zodanig uitgevoerd zijn dat een voldoende afdichting verzekerd wordt.

b. Materieelkeuze

In buizen mogen geïsoleerde geleiders of kabels geplaatst worden.

c. Gebruiksvoorwaarden

Onder voorbehoud van de uitzonderingen, aangehaald in dit Boek, is de plaatsing in buizen in alle ruimten toegestaan.

d. Afmetingen der buizen en aansluitingsbenodigdheden

De inwendige afmetingen van de buizen en aansluitingsbenodigdheden moeten zodanig zijn, dat het mogelijk is de geleiders of kabels gemakkelijk te trekken of te verwijderen na plaatsing van de buizen en hun onderdelen.

e. Plaatsing van de buizen – algemene regels

Het plaatsen van de buizen moet als volgt gebeuren:

- ze moeten voldoende vastgehecht worden en hun eventuele verbindingsmoffen mogen niet kunnen verschuiven;
- het moet steeds mogelijk zijn er de geleiders of kabels in te trekken of er uit te verwijderen;
- ze mogen de isolatie der geleiders en de kabels niet kunnen beschadigen en dit vooral aan de uiteinden;
- voor de ter plaatse gemaakte bochten in de buizen mag de kromtestraal niet kleiner zijn dan:
  - tienmaal de uitwendige diameter, bij metalen buizen;
  - achtmaal de uitwendige diameter, bij soepele thermoplastische buizen;
  - vijfmaal de uitwendige diameter, bij stijve thermoplastische buizen;
- voor het buigen van de buizen moet gebruik gemaakt worden van methoden conform de regels van goed vakmanschap;
- aangepaste maatregelen moeten worden genomen om te vermijden dat water zich kan ophouden in buizen en toestellen waarin deze uitmonden.

f. Verboden werkwijzen

Het is verboden:
- buizen in brandbaar materiaal te gebruiken tenzij ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm;
- verbindingen, aansluitingen of draadlassen tussen geleiders of kabels te verwezenlijken in de buizen;
- buizen uit thermoplastisch materiaal aan te wenden op plaatsen waar de temperatuur onder normale omstandigheden 60°C kan overschrijden;
- in buizen leidraden, koperbanddraad of soepele CSuB-snoeren of gelijkaardige te trekken.

De eventuele aansluitingen in trek- en doorvoerkasten mogen slechts uitgevoerd worden op een passende klemmenblok.

g. Buizen in magnetisch metaal

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal, en wanneer deze elektrische leidingen beschermd worden door beschermingsinrichtingen met een nominale stroomsterkte groter dan 25 A.

h. Bijzondere regels van toepassing voor de montage van buizen in opbouw

h.1. Mechanische bescherming

De mechanische bescherming van de buizen moet aangepast zijn aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

h.2. Vasthechting der buizen

De bevestiging van buizen moet uitgevoerd worden conform de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

i. Bijzondere regels van toepassing voor de in metselwerk, bepleistering of elke andere bekleding verzonken buizen

i.1. Bescherming tegen corrosie

Er moeten voorzorgsmaatregelen overeenkomstig de regels van goed vakmanschap worden getroffen om te vermijden dat buizen, geplaatst in een omgeving met scheikundig corrosief karakter, zouden aangetast worden.

i.2. Verbindingen en aansluitingen

In de verbindings-, aftak- en trekdozen moeten de geleiders of kabels toegankelijk blijven en knie- en T-vormige stukken zijn verboden.

Onderafdeling 5.2.9.4. Plaatsing onder sierlijsten, holle plinten en lijsten

a. Materialen

De sierlijsten, plinten en lijsten mogen uit hout of thermoplastisch materiaal bestaan. Zij moeten een voldoende mechanische weerstand bezitten.

b. Keuze van de elektrische leidingen

Geïsoleerde geleiders of eenaderige kabels mogen geplaatst worden onder sierlijsten, holle plinten en lijsten.

Indien de sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt zijn uit brandbaar materiaal, moeten de geleiders of eenaderige kabels beantwoorden aan de bepalingen van *onderafdeling 5.2.7.3.*

De gleuven van sierlijsten, holle plinten en lijsten moeten dusdanige afmetingen hebben dat de geleiders of eenaderige kabels er gemakkelijk kunnen in ondergebracht worden.

In de houten sierlijsten mag slechts één geleider of eenaderige kabel per gleuf geplaatst worden, tenzij deze geleiders of eenaderige kabels tot één en dezelfde stroombaan behoren.

Het gebruik van holle plinten zonder afdekking en met slechts één enkele gleuf is niet toegestaan voor de doorgang van geleiders of eenaderige kabels.

Onderafdeling 5.2.9.5. Plaatsing in de vrije lucht en plaatsing in opbouw

In de vrije lucht en in opbouw mogen enkel kabels geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De bevestigingsmiddelen, kabelrekken, kraagstukken... moeten zodanig gekozen en geplaatst worden dat geen schade aan de elektrische elektrische leidingen wordt berokkend. Ze moeten geschikt zijn om zonder beschadiging te kunnen weerstaan aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

In verticale gedeelten moet men zich ervan vergewissen dat de trekkrachten, uitgeoefend door het gewicht van de elektrische leidingen, niet kunnen leiden tot breuk of vervorming van de geleiders. Deze trekkrachten mogen niet uitgeoefend worden op de aansluitklemmen.

De bevestigingsmiddelen moeten zodanig ontworpen en gedimensioneerd zijn dat ze de elektrische leidingen niet beschadigen.

Onderafdeling 5.2.9.6. Open en gesloten goten

De plaatsing van geleiders die alleen van basisisolatie zijn voorzien is verboden in open goten, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De geïsoleerde geleiders mogen geplaatst worden in gesloten goten.

Indien geïsoleerde geleiders geplaatst zijn in gesloten goten die zich buiten de lokalen van de elektrische dienst bevinden, zijn deze goten volwandig en voorzien van een deksel dat slechts met behulp van gereedschap kan worden geopend.

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in verbindings- of aftakdozen of aan de klemmen van schakelaars of stopcontacten.

Wanneer in een goot elektrische leidingen worden aangewend op verschillende spanningen, moeten de verbindingen voor koppelingen, aansluitingen en/of aftakkingen worden uitgevoerd in compartimenten die de elektrische leidingen op verschillende spanningen van elkaar scheiden.

Onderafdeling 5.2.9.7. Kokers

De keuze van de elektrische leidingen in kokers moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waar de koker zich bevindt.

Het risico van vochtindringing in de kokers dient zorgvuldig vermeden te worden.

Onderafdeling 5.2.9.8. Open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen en kokers in de grond

De keuze van de elektrische leidingen in de kabelkanalen moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waarin het kabelkanaal zich bevindt.

De kabelkanalen moeten zodanig opgevat zijn dat ze gemakkelijk kunnen gereinigd worden, vooral in stoffige lokalen.

Onderafdeling 5.2.9.9. Holle constructieruimten

De geleiders, kabels en buizen, te plaatsen in holle constructieruimten, beantwoorden aan de bepalingen van de *onderafdelingen 5.2.7.3.* en *5.2.7.4.*

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn te plaatsen in holle constructieruimten (van plafonds of vloeren…).

Ingeval elektrische leidingen geplaatst worden in buizen die niet de vereiste mechanische weerstand bezitten, dienen deze mechanisch beschermd te worden op alle plaatsen waar beschadigingsrisico's bestaan, bv. bij plaatsing op vloerbalken.

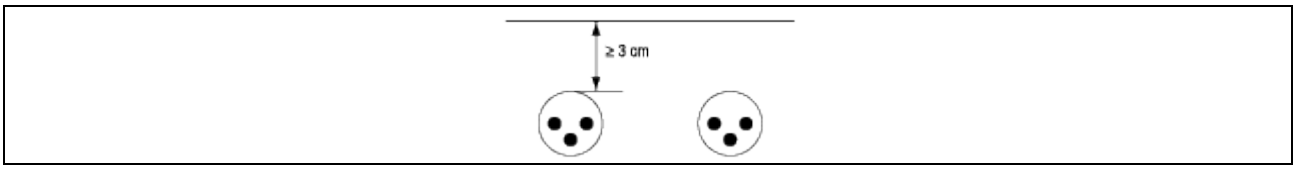
Onderafdeling 5.2.9.10. Verzonken plaatsing zonder buizen

a. Elektrische leidingen verzonken in beton of cement

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in wanden, vloeren en plafonds.

De in wanden, vloeren en plafonds verzonken elektrische leidingen worden bedekt met een laag beton of cement van minstens 3 cm.

Figuur 5.26. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement



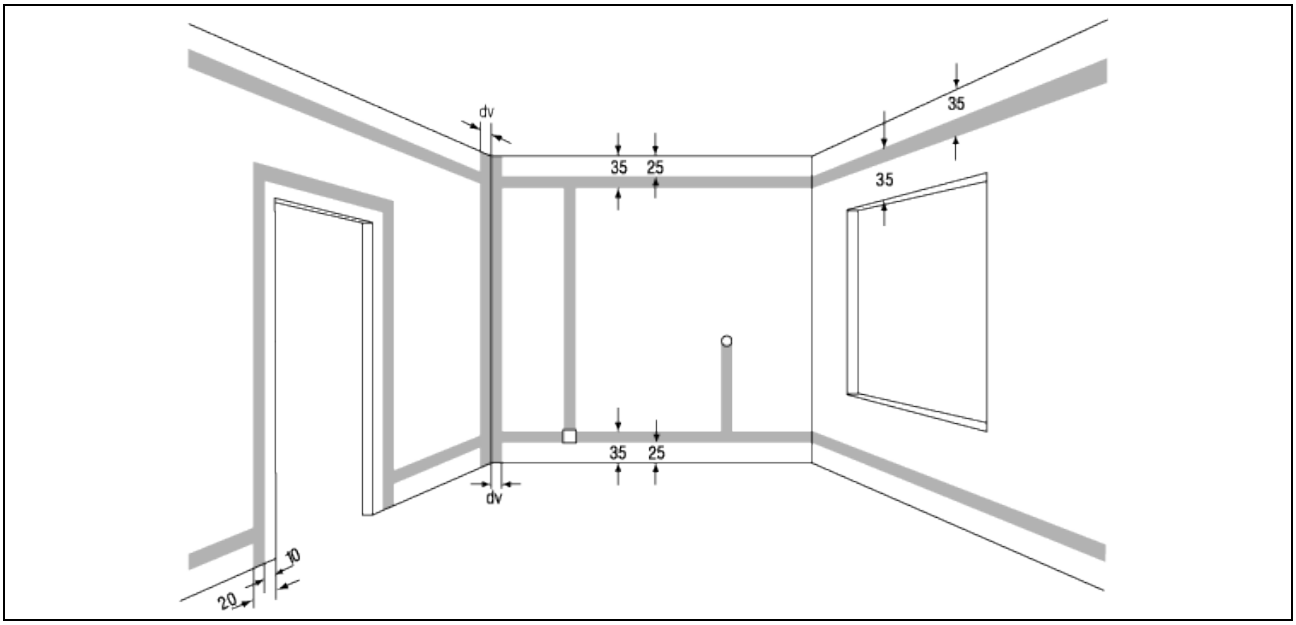
b. Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in de muren van lokalen.

De elektrische leidingen verzonken zonder buis *in de muren van lokalen* beantwoorden aan volgende voorschriften:

- hun traject volgt alleen horizontale en verticale wegen, waarbij de horizontale wegen in een plafond haaks op de verticale wanden zijn aangebracht;
- de horizontale trajecten bevinden zich op 25 à 35 cm van de vloer of van het plafond en eveneens op 25 à 35 cm boven de onderkant van de bovendrempel van het raam, voor zover ze dan ten minste 25 cm onder het plafond liggen;
- de verticale trajecten bevinden zich zo dicht mogelijk in een hoek van het lokaal, of op 10 à 20 cm van de lijsten of kozijnen van de deuren;
- de plaatsing buiten dit profiel wordt, zoals hierboven beschreven, verticaal uitgevoerd ten opzichte van een zichtbaar elektrische machine of toestel;
- zij worden aan geen enkele mechanische invloed onderworpen, noch tijdens de plaatsing, noch later;
- zij worden zonder beschadiging gehecht aan de wanden;
- de dikte van de dekkende bepleistering is niet dunner dan 0,4 cm.

Figuur 5.27 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen



Figuur 5.28. Schematische doorsnede van een sleuf

(1) Dekkende bepleistering

Onderafdeling 5.2.9.11. Geprefabriceerde leidingen

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De beschermingsgraad der geprefabriceerde leidingen moet ten minste gelijk zijn aan IPXX-B. Deze elektrische leidingen beantwoorden aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Verboden gebruik

Het gebruik van geprefabriceerde leidingen is verboden in wasruimten.

Onderafdeling 5.2.9.12. Installatie van evenwijdige draden op isolatoren

a. Gebruiksvoorwaarden

De plaatsing op isolatoren is verboden in huishoudelijke ruimten.

In de andere ruimten is de installatie van evenwijdige draden van een eletrische leiding op isolatoren overal toegestaan waar geen enkele mechanische bescherming noodzakelijk is, voor zover geen enkel voorschrift van dit Boek er zich tegen verzet en:
- de isolatoren onbrandbaar en niet hygroscopisch zijn;
- de elektrische leidingen zonder mantel noch de wanden der lokalen noch de voorwerpen die er blijvend aanwezig zijn, raken.

De hierboven aangehaalde elektrische leidingen moeten uitgevoerd worden:
- hetzij als rails in kokers, afgesloten ruimten of gesloten kabelkanalen;
- hetzij als buizen;
- hetzij als al dan niet geïsoleerde geleiders.

b. Plaatsing

b.1. Blanke geleiders

De geleiders in de vorm van draden of kabels moeten voldoende aangespannen worden zonder dat hun elasticiteitsgrens bereikt wordt.

De afstand tussen geleiders van verschillende polariteit moet 10 cm zijn voor een spanwijdte kleiner dan 4 m en moet met 2 cm vermeerderd worden voor elke bijkomende meter spanwijdte.

De afstand tussen de draden of kabels en de wanden of voorwerpen moet 10 cm bedragen. Indien een kleinere afstand noodzakelijk is, wordt deze toegestaan als het aanrakingsrisico uitgesloten is door het dichter plaatsen van de steunen of door tussenplaatsing van een isolatiestof. De afstand tussen de geleiders en de niet-elektrische leidingen dient nochtans ten minste 5 cm te bedragen.

b.2. Rail- of buisgeleiders

De afstand tussen rail- en buisgeleiders en de aangrenzende elektrische leidingen of buizen moet ten minste 5 cm bedragen.

Indien ze verbonden zijn met geïsoleerde geleiders is het toegelaten dat, in normaal bedrijf, de temperatuur van deze geleiders over een bepaalde lengte de waarde overtreft die door de isolatie kan verdragen worden. Het is trouwens aangeraden de isolatie over deze lengte te verwijderen.

b.3. Geïsoleerde geleiders

De afstand tussen opeenvolgende isolerende steunen moet zodanig zijn dat:
- de geleiders van verschillende polariteit ten minste 1,5 cm van elkaar liggen;
  de geleider, eens geplaatst, zich bevindt op ten minste 1 cm van wanden en voorwerpen bij de uitwendige invloeden AD1 en AD2 (bepaald in *afdeling 2.10.3.*) en AE1 tot AE3 (bepaald in *afdeling 2.10.4.*) of 2 cm bij de uitwendige invloeden AD3 tot AD6 en AE4.

De horizontale spanwijdten moeten:

- kleiner zijn dan 1,20 m voor koperen geleiders met een doorsnee kleiner dan of gelijk aan 10 mm²;
- kleiner zijn dan 1,50 m voor koperen geleiders met een doorsnede groter dan 10 mm²;
- groter zijn wanneer men zonder hinder de doorbuiging van de spanwijdten kan verhogen.

Onderafdeling 5.2.9.13. Verwarmingspanelen en -leidingen

a. Algemeenheden

In huishoudelijke ruimten en niet-huishoudelijke ruimten zonder gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel mogen de verwarmingspanelen en leidingen geplaatst worden in de muren, plafonds en vloeren voor zover de dikte en de aard van de bedekking een mechanische bescherming verzekeren rekening houdend met de belastingsvoorwaarden waaraan ze blootgesteld worden.

b. Elektrische verwarmingspanelen

b.1. Definities

Een installatie voor verwarming door in de wanden verzonken panelen, hierna « verwarmingsinstallatie » genoemd, is een elektrische installatie waarin het verwarmend element wordt gevormd door een reeks geleiders met twee afmetingen of op een steun geplaatste lineaire geleiders, die dunne bladen op panelen vormen die door hun eigen elektrische weerstand warmte dissiperen en die zich bevinden in een van de constructie deeluitmakende vaste wand. Een verwarmingseenheid omvat één of meer verwarmingselementen, met name een verwarmend paneel uitgerust met zijn elektrische-voedingsverbindingen (koude bindingen). Een verwarmingsuitrusting omvat een verwarmingseenheid, de voedingsstroombaan en de regulatie ervan.

b.2. Toepassingsgebied

Het *punt b.* is van toepassing op de verwarmingsinstallaties binnenshuis voor huishoudelijke lokalen en niet-huishoudelijke lokalen zonder gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel geplaatst in het plafond en de vloer. Deze verwarmingsinstallaties zijn niet toegelaten in de valse plafonds van vochtige plaatsen en deze panelen mogen in geen geval deel uitmaken van vaste vloerbedekking, tapijten, verf, papier of andere oppervlaktebekleding, waarvan de onder spanning staande delen niet op passende wijze, mechanisch, beschermd zijn.

b.3. Eisen aan het gebruikte materieel in verwarmingsinstallaties

Het in de verwarmingsinstallaties gebruikte materieel moet aan de bepalingen van *onderafdelingen 1.4.2.1.*, *1.4.2.2.*, *5.1.1.1.* en *5.1.3.1.* beantwoorden. De verwarmingspanelen moeten conform zijn aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

b.4. Elektrische isolatie van de verwarmingspanelen

De elektrische isolatie van de verwarmingspanelen moet zodanig zijn dat de bescherming tegen rechtstreekse aanraking onder de normale bedrijfsomstandigheden gewaarborgd is. Voor deze bescherming mogen de actieve geleiders blank blijven op voorwaarde dat de voedingsbron op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en dat de spanning tussen actieve of andere delen en de aarde niet groter is dan lager dan of gelijk aan 25V wisselstroom of 36V gelijkstroom met rimpel of 60V gelijkstroom zonder rimpel.

b.5. Onbrandbaarheid van het thermische isolatiemateriaal

Het materieel, dat voor thermische isolatie wordt gebruikt en dat in contact met de verwarmingsinstallatie is, moet onbrandbaar zijn.

b.6. Bepalingen van toepassing op elektrische verwarmingsinstallaties

De elektrische verwarminsinstallatie moet beantwoorden aan de van toepassing zijnde bepalingen van dit Boek, met name *onderafdeling 6.4.5.1.* en de bepalingen betreffende de zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) indien deze wordt gebruikt. De verwarmingspanelen mogen niet in contact worden gebracht met oppervlakten voorzien van scherpe, metalen uitsteeksels.

b.7. Vermijden van verhitting van materieel in de nabijheid van verwarmingspanelen

Het vermogen per vierkante meter van de panelen, de thermische isolatie, de bekleding evenals de voorzienbare hinderpalen van de normale warmteoverdracht, zoals verlichtingstoestellen, tapijten, ..., mogen geen gevaarlijke verhitting met zich brengen van de stoffen die in de nabijheid van de panelen geplaatst zijn, zoals de geleiders van andere elektrische stroombanen. Ze mogen in het verwarmend element geen temperatuur van meer dan 85°C of elke andere temperatuur van minder dan 85°C, eventueel

aanbevolen door de fabrikant van het element, kunnen doen ontstaan.

b.8. Nominale spanning

De nominale voedingsspanning van de verwarmingsinstallaties mag de 400V niet overschrijden.

b.9. Mechanische bescherming van de bekleding van verwarmingspanelen

De aard van de bekleding der verwarmingspanelen moet zodanig zijn dat hij de mechanische bescherming ervan waarborgt, rekening houdend met het paneeltype en de sollicitaties waaraan de panelen zijn onderworpen. Voor de installaties in vloeren andere dan deze die gevoed zijn met een ZLVS, moet de bekleding worden gevormd door beton van minimum 30 mm dik.

b.10. Voorwaarden voor het snijden, afwerken en installeren van verwarmingspanelen

Het snijden van de verwarmingspanelen en het afwerken ervan mogen niet op de werf gebeuren. Ze moeten evenals het installeren, worden verricht door een ploeg die van de passende uitrusting en instructies voorzien is en die onder de verantwoordelijkheid van de fabrikant of invoerder van het verwarmend materieel staat. De uiteinden van de panelen die niet toegesmolten zijn, moeten zorgvuldig en duurzaam worden geïsoleerd. Het materieel voor elektrische isolatie dat daartoe wordt gebruikt of dat direct in contact met het verwarmend element is, moet in bestendige belastingstoestand en bij de maximumtemperatuur aangehaald in *punt b.7.*, dezelfde veiligheidskenmerken vertonen als deze van de rest van het verwarmend element. De afstand tussen de borden van de verwarmingspanelen en de borden van het plafond of de vloer waarin ze verzonken zijn, moet meer dan 20 cm bedragen.

b.11. Plaatsing van een uitschakelinggsinrichting

Er moet voorzien zijn in minstens één uitschakelingsinrichting, geplaatst in alle polen van de voedingskring van de verwarmingseenheid, voor elk lokaal met een oppervlakte van meer dan 4 m^2, zodat dit gedeelte van de installatie kan worden geïsoleerd met het oog op het nazicht of het onderhoud ervan. Deze inrichting moet beschut zijn tegen het gure weer en het water dat de vloer zou kunnen bedekken. Zij mag niet worden gevormd door een stopcontact of lasdoppen en de verbinding mag het gebruik niet vergen van een speciaal werktuig zoals voor het lassen of het verstellen. De toegang tot deze inrichting moet mogelijk zijn, maar enkel met een werktuig. Deze inrichting mag echter worden gevormd door smeltveiligheden of automatische schakelaars geplaatst in een schakel- en verdeelbord indien een gescheiden stroombaan wordt gebruikt.

b.12. Verplichting tot het plaatsen van een aandrijvingsmechanisme met alpolige onderbreking op elke elektrische voedingsleiding

Elke elektrische voedingsleiding moet een aandrijvingsmechanisme met alpolige onderbreking omvatten. Verschillende uitrustingen mogen zulk mechanisme gemeenschappelijk hebben. Dit moet bovendien worden gevormd:
- ofwel door een schakelaar geplaatst nabij elke uitrusting;
- ofwel door een schakelaar die de hele installatie aandrijft en die op of nabij het schakel- en verdeelbord is geplaatst;
- ofwel door een schakelaar die het geheel van de verwarmingsuitrustingen van eenzelfde niveau aandrijft, wanneer de installatie verschillende niveaus omvat.

Een thermostaat mag slechts het aandrijvingsmechanisme vormen indien hij een alpolige onderbrekingsstand bezit. Wanneer het mechanisme verschillende uitrustingen aandrijft, moet de plaats ervan op passende wijze worden aangegeven.

b.13. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking moet verzekerd zijn ofwel door de ZLVS die lager of gelijk is aan 25V wisselstroom of 36V gelijkstroom met rimpel of 60 V gelijkstroom zonder rimpel, ofwel door de plaatsing van één of meer differentieelstroominrichtingen met grote (30 mA) of middelmatige (100 mA) gevoeligheid wanneer geen ZLVS wordt toegepast. In de vloer van de vochtige lokalen moet deze bescherming worden aangevuld met een geaard metalen scherm dat ofwel deel uitmaakt van het verwarmingspaneel ofwel wordt gevormd door corrosievast metaalgaas.

b.14. Waarschuwing van de aanwezigheid van een installatie met elektrische verwarmingspanelen

In de wooneenheden waar dit verwarmingssysteem geïnstalleerd is, moet de volgende waarschuwing ten minste in het eendraadsschema en het situatieplan van de elektrische installatie van de wooneenheid voor komen: “De plafonds (vloeren) van deze wooneenheid zijn uitgerust met een elektrisch verwarmingssysteem. Er mogen geen werken worden uitgevoerd die de elektrische isolatie van dit systeem en het thermisch (85°C) of mechanisch gedrag ervan schaden.”

c. Elektrische verwarmingsleidingen

c.1. Definities

Een installatie voor verwarming door in de wanden verzonken kabels, hierna « verwarmingsinstallatie » genoemd, is een elektrische installatie waarin het verwarmend element wordt gevormd door een net van kabels die door hun eigen elektrische weerstand warmte dissiperen en die zich bevinden in een van de constructie deeluitmakende vaste wand. Een verwarmingseenheid omvat één of meer verwarmingselementen, met name een verwarmende geleider of kabel uitgerust met zijn elektrische-voedingsverbindingen (koude bindingen). Een verwarmingsuitrusting omvat een verwarmingseenheid, de voedingsstroombaan en de regulatie ervan.

c.2. Toepassingsgebied

Het *punt c.* is van toepassing op de verwarmingsinstallaties binnenshuis en buitenhuis voor huishoudelijke lokalen en niet-huishoudelijke lokalen zonder gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel geplaatst in het plafond en de vloer.

c.3. Bepalingen van toepassing op het materieel

Het in de verwarmingsinstallaties gebruikte materieel moet aan de bepalingen van *onderafdelingen 1.4.2.1., 1.4.2.2., 5.1.1.1.* en *5.1.3.1.* beantwoorden. De verwarmende laagspanningskabels moeten conform zijn aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

c.4. Eisen waaraan de elektrische isolatie van verwarmingsleidingen moet voldoen

De elektrische isolatie van de verwarmingsleidingen moet zodanig zijn dat de bescherming tegen rechtstreekse aanraking onder de normale bedrijfsomstangigheden gewaarborgd is.
Voor deze bescherming mogen de actieve geleiders blank blijven op voorwaarde dat de voedingsbron op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en dat de spanning tussen actieve of andere delen en de aarde niet groter is dan lager dan of gelijk aan 25V wisselstroom of 36V gelijkstroom met rimpel of 60V gelijkstroom zonder rimpel.

c.5. Onbrandbaarheid van het thermische isolatiematerieel
Het materieel, dat voor thermische isolatie wordt gebruikt en dat in contact met de verwarmingsinstallatie is, moet onbrandbaar zijn.

c.6. Bepalingen van toepassing op de elektrische verwarmingsinstallaties

De elektrische verwarminsinstallatie moet beantwoorden aan de van toepassing zijnde bepalingen van dit Boek, met name *onderafdeling 6.4.5.1.* en de bepalingen betreffende de zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) indien deze wordt gebruikt.

c.7. Intensiteit van de toegelaten stroom in de verwarmingsleidingen

De intensiteit van de toegelaten stroom in de verwarmingsleidingen moet zodanig zijn dat onder de normale bedrijfsomstandigheden zelfs met de uitgeschakelde thermostaten, ze nooit een temperatuur veroorzaakt die gevaarlijk is voor het behoud van de eigenschappen van hun elektrische isolatie, of voor de stoffen of stroombanen die zich in de nabijheid ervan bevinden.

c.8. Nominale spanning

De nominale voedingsspanning van de verwarmingsinstallaties mag de 400V niet overschrijden.

c.9. Aard van de bekleding van de verwarmingsleidingen en mechanische bescherming

De aard van de bekleding van de verwarmingsleidingen moet zodanig zijn dat hij de mechanische bescherming ervan waarborgt, rekening houdend met het verwarmingsleidingtype en de sollicitaties waar aan de verwarmingsleiding is onderworpen. Voor de installaties in vloeren andere dan deze die gevoed zijn met een ZLVS, moet de bekleding worden gevormd door beton van minimum 30 mm dik. Dit bekledingstype is vereist in alle vloeren van lokalen buitenshuis die met dit verwarmingssysteem uitgerust zijn.

c.10. Plaatsing van de verbinding van de verwarmingsleiding met zijn voeding

De verbinding van de verwarmingsleiding met zijn voeding moet in de bekleding verzonken zijn en mag niet op minder dan 20 cm van de bord van het uitgeruste plafond of de uitgeruste vloer gelegen zijn.

c.11. Uitschakelingsinrichting in alle polen van de voedingskring van de verwarmingseenheid

Er moet voorzien zijn in minstens één uitschakelingsinrichting, geplaatst in alle polen van de voedingskring

van de verwarmingseenheid, voor elk lokaal met een oppervlakte van meer dan 4 m², zodat dit gedeelte van de installatie kan worden geïsoleerd met het oog op het nazicht of het onderhoud ervan. Deze inrichting moet beschut zijn tegen het gure weer en het water dat de vloer zou kunnen bedekken. Zij mag niet worden gevormd door een stopcontact of lasdoppen en de verbinding mag het gebruik niet vergen van een speciaal werktuig zoals voor het lassen of het verstellen. De toegang tot deze inrichting moet mogelijk zijn, maar enkel met een werktuig. Deze inrichting mag echter worden gevormd door smeltveiligheden of automatische schakelaar geplaatst in een schakel- en verdeelbord indien een gescheiden stroombaan wordt gebruikt.

c.12. Verplichting aandrijvingsmechanisme met alpolige onderbreking op elke elektrische voedingsleiding

Elke elektrische voedingsleiding moet een aandrijvingsmechanisme met alpolige onderbreking omvatten. Verschillende uitrustingen mogen zulk mechanisme gemeenschappelijk hebben. Dit moet bovendien worden gevormd:
- ofwel door een schakelaar geplaatst nabij elke uitrusting;
- ofwel door een schakelaar die de hele installatie aandrijft en die op of nabij het schakeel- en verdeelbord is geplaatst;
- ofwel door een schakelaar die het geheel van de verwarmingsuitrustingen van eenzelfde niveau aandrijft, wanneer de installatie verschillende niveaus omvat.

Een thermostaat mag slechts het aandrijvingsmechanisme vormen indien hij een alpolige onderbrekingsstand bezit. Wanneer het mechanisme verschillende uitrustingen aandrijft, moet de plaats ervan op passende wijze worden aangegeven.

c.13. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking moet verzekerd zijn ofwel door de ZLVS die lager of gelijk is aan 25V wisselstroom of 36V gelijkstroom met rimpel of 60V gelijkstroom zonder rimpel, ofwel door de plaatsing van één of meer differentieelstroominrichtingen met grote (30 mA) of middelmatige (100 mA) gevoeligheid wanneer geen ZLVS wordt toegepast. In de lokalen buitenshuis en in de vochtige lokalen moet deze bescherming worden aangevuld met een geaard metalen scherm dat of wel deel uitmaakt van de verwarmingsleiding ofwel wordt gevormd door corrosievast metaalgaas.

Onderafdeling 5.2.9.14. Specifieke regels voor buiteninstallaties

De plaatsingswijze van de elektrische leidingen buiten de gebouwen moet beantwoorden aan de desbetreffende regels van goed vakmanschap, rekening houdend met de uitwendige invloedsvoorwaarden waaraan ze blootgesteld worden.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen ieder, voor wat hem betreft, bij besluit, bepaalde plaatsingswijzen opleggen en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

Onderafdeling 5.2.9.15. Specifieke regels voor installaties op zeer lage spanning (ZLS)

a. Algemeenheden

De algemeenheden van toepassing op de laagspanningsinstallaties, hernomen in *onderafdeling 5.2.1.*, zijn van toepassing.

b. Plaatsingswijze

De plaatsingswijzen van elektrische leidingen, voorgeschreven voor laagspanning (zie *afdeling 5.2.2.*), zijn van toepassing. Deze voorschriften zijn, wat de plaatsingswijze betreft, vervat in *afdeling 5.2.9.* met uitzondering van deze in:
- de 1ste alinea van de *onderafdeling 5.2.9.5.*;
- de 2e alinea van de *onderafdeling 5.2.9.9.*;
- *punt b.* van *onderafdeling 5.2.9.10.*

Anderzijds wordt het gebruik van geprefabriceerde leidingen toegelaten op voorwaarde dat, ten einde de bescherming tegen elektrische schokken door rechtstreekse aanraking te verzekeren, hun beschermingsgraad ten minste gelijk is aan IPXX-B.

c. Aanvullende voorschriften

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit, andere plaatsingswijzen van elektrische leidingen en geleiders toestaan en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht)

Afdeling 5.3.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de keuze en ingebruikname van de elektrische apparatuur voor bescherming, bediening, scheiding en toezicht. Hierbij moet onder andere rekening gehouden worden met de uitwendige invloeden, zoals gedefinieerd in *hoofdstuk 2.10.*:

- AA – omgevingstemperatuur;
- AD – aanwezigheid van water;
- AE – aanwezigheid van vreemde vaste lichamen;
- AF – aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen;
- AG – mechanische belasting veroorzaakt door schokken;
- AH – mechanische belasting veroorzaakt trillingen;
- AK – aanwezigheid van flora en /of schimmelvorming en AL aanwezigheid van fauna;
- AM – elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden en AN zonnestraling;
- BA – bekwaamheid van personen;
- BB – toestand van het menselijk lichaam;
- BC – aanraking van het aardpotentiaal door personen;
- BD – mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen;
- BE – aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- CA – bouwmaterialen;
- CB – structuur van gebouwen.

Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

De elektrische machines en toestellen moeten uitgekozen en gebruikt worden volgens de bepalingen van *tabel 5.2.* rekening houdend met de temperaturen, die in de ruimten waar zij aangewend worden, optreden.

Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Karakteristieken van het materieel en de aanwending ervan*
AA1	−60 °C tot +5 °C	Speciaal ontworpen materiaal of aangepaste schikkingen
AA2	−40 °C tot +5 °C	
AA3	−25 °C tot +5 °C	
AA4	−5 °C tot +40 °C	Normaal
AA5	+ 5 °C tot +40 °C	
AA6	+ 5 °C tot +60 °C	Speciaal ontworpen materieel of aangepaste maatregelen

Voor bijzonder materieel mag rekening gehouden worden met de temperaturen vermeld in *tabel 5.3.*

Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Temperatuur*	*Kenmerken van het materieel en de aanwending ervan*
AA7	−15 °C tot +25 °C	Normaal materieel voor buitenopstelling
AA8	−5 °C tot +30 °C	Normaal materieel voor gewoonlijk verwarmde lokalen

Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen voor wat betreft het binnendringen van vloeistoffen moet bepaald worden volgens de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.4.*

Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in fucntie van de aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Beschermingsgraad*
AD1	te verwaarlozen aanwezigheid	IPX0
AD2	tijdelijk vochtig	IPX1
AD3	Vochtig	IPX3

AD4	Nat	IPX4
AD5	Besproeid	IPX5
AD6	watermassa's	IPX6
AD7	overstroomde ruimten	IPX7
AD8	permanent ondergedompeld	IPX8

Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen tegen het binnendringen van vreemde vaste lichamen beantwoordt aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.5*.

Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	***Vreemde vaste lichamen***		***Beschermingsgraad***
AE1	Grote afmetingen		IP2X of IP0X volgens de beschermingsgraad die al of niet is voorgeschreven voor gevaren bij rechtstreekse aanraking
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm		IP3X
AE3	Kleinste afmeting 1 mm		IP4X
AE4	Stofdeeltjes	Bij indringingsmogelijkheid	IP5X
		Bij vereiste stofdichtheid	IP6X

Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF)

Wanneer de hoeveelheid of de aard van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) op elektrische machines of toestellen moeten deze aan de regels van goed vakmanschap beantwoorden die voor de normale gebruiksomstandigheden gelden.

Bij aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen afkomstig uit de atmosfeer (AF2) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze met succes weerstaan aan de zoutnevelproef die is voorgeschreven hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze echter onderworpen worden aan een onderbroken of toevallige inwerking van chemische producten (AF3) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze weerstaan aan een corrosieproef zoals voorgeschreven hetzij in de van toepassing zijnde, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze aan een permanente inwerking van chemische producten zijn blootgesteld (AF4) moeten de elektrische machines en toestellen speciaal bestudeerd zijn voor deze toestand of moeten zij voorzien worden van een beschermingsbekleding die bijzonder is aangepast aan de aard van de aangehaalde reagentia. De Ministers die Energie alsook het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder, voor wat hem betreft, in dit verband, bij besluit, bijzondere voorwaarden vastleggen.

Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

Wanneer de uitwendige invloed van de klasse AG1 is, mogen de elektrische machines en toestellen van het huishoudelijk type zijn, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Wanneer de uitwendige invloed van de klasse AG2 of AG3 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten belasting.

Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Wanneer de elektrische machines en toestellen aan trillingen worden onderworpen die door de regels van goed vakmanschap als middelmatig of belangrijk worden aangeduid (AH2 of AH3) moeten zij hiervoor speciaal bestudeerd worden of dienen, te hunnen opzichte, speciale maatregelen genomen te worden.

Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De te nemen maatregelen tegen flora en/of schimmelvorming zijn afhankelijk van de aard van deze laatste en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is afhankelijk hetzij van de schadelijke inwerking van de plantengroei hetzij van zijn overmaat.

De eventueel te nemen beschermingsmaatregelen tegen fauna zijn afhankelijk volgens het geval van:
- een aangepaste beschermingsgraad tegen het binnendringen van vaste lichamen;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna te vermijden zoals reiniging, gebruik van pesticiden...

Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

De bijzondere beschermingsmaatregelen, hierna vermeld, moeten eventueel aangewend worden.

Tegen zwerfstromen (AM2):
- versterkte isolatie;
- speciale beschermingsbekledingen;
- kathodische bescherming;
- bijkomende equipotentiaalverbinding.

Tegen elektromagnetische (AM3) of ioniserende (AM4) invloeden:
- zich verwijderen van de stralingsbronnen;
- tussenplaatsen van schermen;
- omhulsels uit speciale materialen.

Tegen elektrostatische invloeden (AM5):
- geaard scherm;
- verminderen van de oppervlakteweerstand van isolatiematerialen;
- bijkomende equipotentiaalgeleiders;
- opstelling op niet-geleidende plaatsen.

Tegen geïnduceerde stromen (AM6):
- zich verwijderen van de inducerende stroombronnen;
- tussenplaatsen van schermen.

Tegen zonnestraling die het elektrische materieel kan schaden (AN2):
- materialen bestand tegen ultraviolette straling;
- bekledingen met speciale kleur;
- tussenplaatsen van schermen.

Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Bij keuze van elektrische machines en toestellen moet rekening gehouden worden met de bepalingen van *tabel 5.6*.

Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Code	***Bekwaamheid van personen***	***Karakteristieken en aanwending van het materieel***
BA1	Gewone	Normaal
BA2	Kinderen	Materieel met een beschermingsgraad hoger dan IPXX-B
BA3	Gehandicapten	Ongenaakbaarheid van materieel waarvan de temperatuur van de buitenvlakken 80 °C overtreft
BA4	Gewaarschuwden	Materieel zonder bescherming tegen rechtstreekse aanraking is toegelaten
BA5	Vakbekwamen	

Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BB, functie van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam; rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.7*.

Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Karakteristiek van het materieel en zijn aanwending*
BB1	Droge huid of vochtig door transpiratie	Normaal
BB2	Natte huid	Aangepaste beschermingsmaatregelen
BB3	Ondergedompeld in water	

Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BC, functie van de frequentie van de contacten van personen met het aardpotentiaal; de klasse van het aangewende materieel zal bepaald worden rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.8.*

Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Klasse van het contact*	*Klasse van het materieel*			
		0-0I	*I*	*II*	*III*
BC1	Geen	A	A	A	A
BC2	Zwak	A	A	A	A
BC3	Veelvuldig	+	A	A	A
BC4	Voortdurend	+	(1)	(1)	(2)

A: toegelaten materieel
+: verboden materieel
(1) volgens de beschermingsmaatregel: veiligheidsscheiding van de stroombanen beperkt tot één enkel toestel per transformator
(2) volgens de beschermingsmaatregel: gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BE, volgens de aard van de behandelde of opgeslagen goederen:
- BE2 brandgevaar: *afdelingen 4.3.3.* en *5.2.7.*;
- BE3 ontploffingsgevaar: *hoofdstuk 7.102.;*
- BE4 gevaar voor bezoedeling: *afdeling 4.6.3.*

Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA)

Wanneer er de uitwendige invloed CA2 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden; er moet ondermeer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB)

Wanneer de uitwendige invloed CB2, CB3 of CB4 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden. Voor CB2 moet onder meer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen

Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking

a. Scheiding

a.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen. Deze inrichtingen moeten alle actieve geleiders onderbreken met inbegrip van de nulgeleider, uitgezonderd:
- in het TN-C-systeem waar het onderbreken van de PEN geleider verboden is;
- in het TN-S-systeem waar het toegelaten is de nulgeleider niet te onderbreken;
- in het TT-systeem, waar het onderbreken van de nulgeleider wordt verwezenlijkt onder de voorwaarden beschreven in de laatste alinea van *4.2.3.4.c.4.*

a.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspannings-laagspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspannings-laagspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen;
- op de secundaire wikkeling van transformatoren die ontladingslampen voeden en van transformatoren waarvan het vermogen 500 VA niet overschrijdt.

Wanneer transformatoren voorzien worden om parallel geschakeld te werken en waarbij de nulgeleiders onderling verbonden worden zonder geaard te zijn, moeten de scheidingsinrichtingen gelijktijdig de nulgeleider en de fasegeleiders onderbreken.

a.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.
1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning moet één van de volgende inrichtingen worden gebruikt:
   - meerpolige en enkelpolige scheidingsschakelaars;
   - stopcontacten;
   - vervangingselementen voor smeltveiligheden;
   - scheidingsmessen;
   - speciaal ontworpen contactklemmen waarbij het verplaatsen van een geleider niet vereist is;
   - lastscheidingsschakelaars die gelijkgesteld worden met scheiders wanneer ze voldoen aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de scheiders met onderbreking in de lucht en gebruikt bij laagspanning of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de automatische schakelaars en de differentieelstroominrichtingen voor zover ze voldoen aan de voorschriften aangaande de scheidingsfunctie van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de uittrekbare gedeelten en de wegneembare delen van de geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen wanneer ze beantwoorden aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de geprefabriceerde laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - automatische scheidingssystemen die de ontkoppeling verzekeren tussen het distributienet en een autonome bron die geen deel uitmaakt van het distributienet en die in parallel met dit net kan werken.
2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning en wanneer de inrichtingen vermeld onder *1.* niet worden voorzien, moet de afstand tussen de spanning staande delen gelijk zijn aan 9 mm.
   In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.
   Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

a.4. Aanwending van bijkomende middelen

Bij zeer lage spanning en laagspanning mogen de inrichtingen niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:
- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:
- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

Aan deze laatste voorwaarde wordt, in het geval van autonome bronnen die geen deel uitmaken van het distributienet en die in parallel met dit net kunnen werken voldaan, indien deze, onverminderd de bepalingen van *6.4.1.* en *6.4.6.2.*, beantwoorden aan de volgende schikkingen:
- er dient een vergrendelbare veiligheidsonderbreking voorzien te worden toegankelijk voor de distribu-

tienetbeheerder. Het mechanisme moet werken op basis van een ontkoppelingsbeveiliging die loskoppeling beveelt bij abnormale variatie van spanning en/of frequentie;

- voor autonome bronnen met een maximaal AC-vermogen kleiner dan of gelijk aan 30 kVA, mag als alternatief een automatisch scheidingssysteem voorzien worden dat beantwoordt aan de volgende voorwaarden:
  1. bestaan uit twee in serie geplaatste elementen die ieder de ontkoppeling van de stroombaan met het distributienet bewerkstelligen. Een van de elementen verzekert een fysische scheiding door middel van een alpolige automatische lastscheidingsschakelaar; het tweede element mag, in afwijking van eerste alinea van *a.3.*, een elektronisch schakelsysteem zijn;
  2. verzekeren dat een galvanische scheiding tot stand komt binnen de 5 seconden wanneer de voeding van het net wordt afgeschakeld of wegvalt.

b. Onderbreking om mechanisch onderhoud mogelijk te maken

b.1. Algemeen

De onderbreking bij mechanisch onderhoud wordt voorzien om toe te laten de elektrische voeding van gedeelten van het materieel af te snijden. Aldus worden ongevallen voorkomen die verschillen van deze te wijten aan elektrische schokken of boogontladingen en dit op het ogenblik van het niet-elektrisch onderhoud van het materieel.

b.2. Keuze van het materieel

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen niet noodzakelijk alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden met één van volgende middelen:

- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen;
- stopcontacten.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud en de stuurhulpmiddelen die ermee overeenstemmen moeten met de hand bediend worden en een uitwendig zichtbare scheiding hebben ofwel een stand hebben die klaar en veilig wordt aangeduid. De aanduiding van deze stand zal slechts dan zichtbaar zijn wanneer de stand «STILSTAND» of «OPEN» voor iedere pool werd bereikt. Bijkomende standen zoals bijvoorbeeld «WERKING», «TESTEN», «UITGESCHAKELD» kunnen voorzien worden op voorwaarde dat ze klaar en duidelijk staan aangegeven.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud moeten zo opgevat en geïnstalleerd worden dat iedere ontijdige hersluiting, bijvoorbeeld door schokken of trillingen, voorkomen wordt.

De scheiding is ook als een geldige inrichting te beschouwen.

c. Elektrische noodonderbreking

c.1. Algemeenheden

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking moeten voorzien worden voor ieder gedeelte van een installatie waarvoor het nodig kan zijn om de voeding te onderbreken en aldus een gevaar uit te sluiten. Wanneer dit gevaar gevormd wordt door een beweging wordt deze inrichting «noodstop» genoemd.

Een inrichting voor elektrische noodonderbreking en/of een middel voor noodstop kunnen voorzien worden voor verscheidene toepassingen en dit volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De bedoelde inrichtingen voor elektrische noodonderbreking, met inbegrip van deze voor noodstop, moeten op zodanige wijze opgesteld worden dat ze gemakkelijk herkenbaar zijn en snel kunnen bereikt worden.

c.2. Keuze en kenmerken van het materieel

Bij zeer lage spanning en laagspanning dienen de middelen voor elektrische noodonderbreking met inbegrip van de noodstopinrichtingen zo te worden gekozen dat zij in staat zijn de vollaststroom te onderbreken van het overeenstemmend gedeelte van de installatie met inbegrip van de stroom van eventueel geblokkeerde motoren. Zij kunnen samengesteld zijn uit:

- een enkelvoudige onderbrekingsinrichting die rechtstreeks de hoofdvoeding afsnijdt;

- een samenstelling van verschillende toestellen in werking gesteld door één enkele beweging en waardoor het gevaar wordt afgewend door onderbreking van de voeding van het betrokken gedeelte van de installatie. Men kan hierbij echter het behoud van de voeding voor elektrisch afremmen behouden. Voorbeelden:
  - onderbrekingsschakelaars van de hoofdstroombaan;
  - drukknoppen en dergelijke in de stuurstroombaan.

Handbediende inrichtingen moeten bij voorkeur gekozen worden voor de rechtstreekse onderbreking van de hoofdstroombaan.

Contactoren met afstandsbesturing moeten geopend worden door het afsnijden van de voeding van de spoel of door het aanwenden van andere technieken die een gelijkwaardige veiligheid bieden.

De stuurmiddelen (handkrukken, drukknoppen...) van de inrichtingen moeten duidelijk aangegeven zijn, zo mogelijk door hun rode kleur die met de basiskleur contrasteert.

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking dienen vergrendelbaar te zijn (elektrisch of mechanisch) en dit in de stand voor onderbreking of stilstand. Niet-vergrendelbare inrichtingen worden aanvaard wanneer de inrichting en de middelen voor het opnieuw starten onder de bewaking staan van eenzelfde persoon. Deze bewaking is bestendig volgens behoefte.

Onderafdeling 5.3.3.2. Functionele besturing

a. Algemeen

Een stuurinrichting moet stroomopwaarts geplaatst worden van elektrische machines, toestellen of leidingen waarvoor het kan vereist zijn de voeding tot stand te brengen of te onderbreken onafhankelijk van de andere gedeelten van de installatie.

b. Keuze van de stuurinrichting

Bij zeer lage spanning en laagspanning kunnen de hierna beschreven inrichtingen gebruikt worden op voorwaarde dat zij voldoen aan de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of dat zij beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen:

- stopcontacten met een maximale stroomsterkte van 16 A voorzien voor een dienstspanning gelijk aan of kleiner dan 500 V wisselspanning en 250 V gelijkspanning;
- schakelaars;
- automatische schakelaars;
- contactoren;
- stuurhulpmiddelen;
- elektronische schakelingen.

c. Onderbreking van geleiders

Wanneer er geen gevaren uit voortspruiten is het toegelaten niet al de actieve geleiders te onderbreken.

Tenzij voor het uitvoeren van metingen is het niet toegelaten een éénpolige stuurinrichting te voorzien in de nulgeleider.

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

In de TN-installaties is het echter toegelaten de nulgeleider niet te onderbreken wanneer de nulgeleiders van twee bronnen met dezelfde aardverbinding zijn verbonden.

d. Plaatsing

Ieder elektrisch gebruikstoestel of iedere elektrische machine moet bediend worden via een stuurinrichting.

Deze inrichting is noodzakelijk zelfs wanneer de werking van de elektrische machine of het elektrisch gebruikstoestel afhankelijk is van een relais, een thermostatische schakelaar of van een ander analoog orgaan.

Het is echter toegelaten dat:

- eenzelfde stuurinrichting verschillende elektrische machines of toestellen beveelt waarvan de werking gelijktijdig verloopt;
- op de voedingsstroombaan van een elektrische machine of toestel geen stuurinrichting wordt voorzien wanneer deze elektrische machine of dat elektrisch toestel zelf een algemene schakelaar bevat;
- een stuurinrichting niet vereist is voor ieder huishoudtoestel dat verschillende elementen bevat, al of niet verwarmend, die elk via een afzonderlijke schakelaar worden bediend.

e. Stuurinrichtingen

Buiten de hierboven beschreven inrichtingen moeten de motoren, overeenkomstig de regels van goed vakmanschap, ook voorzien worden van aangepaste stuurinrichtingen wanneer het aanzetten zonder deze voorzieningen de werking van andere gebruiksmiddelen abnormaal zou verstoren.

Uitgezonderd bij dwingende veiligheidsredenen moeten de stuurinrichtingen van motoren zo opgevat zijn dat na een onderbreking de automatische herinschakeling van de motor belet wordt wanneer het heraanzetten ervan gevaar zou kunnen opleveren voor personen.

f. Besturingsstroombaan

De besturingsstroombanen moeten zo opgevat en uitgevoerd worden dat ze de veiligheid van personen niet in het gedrang brengen en dat ze een efficiënte beveiliging van het materieel bieden wanneer zich een defect in de apparatuur voordoet.

Zij moeten onder meer opgevat en verwezenlijkt worden om de risico's te beperken die voortspruiten uit een toevallig contact van één of meerdere punten van de stuurstroombaan met de massa (of de aarde). Dit zou namelijk een ontijdig aanzetten kunnen tot gevolg hebben of zou het stilzetten van de elektrische machine of het elektrisch toestel onder sturing kunnen beletten.

Onderafdeling 5.3.3.3. Gelijktijdige functies

De functies voor veiligheidsonderbreking en functionele sturing kunnen geheel of gedeeltelijk verenigd worden in eenzelfde inrichting op voorwaarde dat alle voorschriften voor iedere functie worden nageleefd.

Onderafdeling 5.3.3.4. Voorschriften voor stopcontacten

Stopcontacten waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A moeten:

- hetzij een onderbrekingsvermogen en een levensduur hebben beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- hetzij voorzien zijn van een mechanische of elektrische vergrendeling die het inbrengen of uittrekken van de stopcontact onder spanning onmogelijk maakt.

Dit voorschrift is echter niet van toepassing op contactdozen en contactstoppen voor synchronisatie, voor voltmeter of voor meettoestellen.

De beschermingsgraad van de contactdozen bedraagt ten minste IPXX-B.

Onderafdeling 5.3.3.5. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) na een uitschakeling door een fout automatische terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:

- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte beschermingsinrichtingen.

Het toestel voor automatische wederinschakeling moet aan de volgende bijzondere eisen beantwoorden:

- het toestel voor automatische wederinschakeling mag alleen met een differientieelstroominrichting gekoppeld worden;
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet bij werkzaamheden aan de elektrische

installatie of bij een manuele werking van de beschermingsinrichting uitgeschakeld worden (mode activeren/desactiveren en mechanische vergrendeling);
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet voorzien zijn van een signalisatie van zijn toestand (werking en fout);
- alleen een toestel voor automatische wederinschakeling met evaluatie voor herinschakeling is toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag niet zich inschakelen wanneer de beschermingsinrichting manueel is uitgeschakeld;
- maximaal drie pogingen van automatische wederinschakeling zijn gedurende de resettijd van het toestel voor automatische wederinschakeling in de foutvoorwaarden toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag geen parameters hebben die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag niet met de differentieelstroominrichting bedoeld in *punt c.* van *onderafdeling 4.2.4.3.* gekoppeld worden.

b. Bijzondere voorschriften

Voor de ruimten waar de aanwezigheid van personen niet gebruikelijk is (technische lokalen voor uitrustingen voor telecommunicatie of verkeersborden, serverlokalen, automatische spoorwegovergang, …) en in afwijking van de bijzondere eisen van de 4de alinea van *punt a.* van *onderafdeling 5.3.3.5.*, is het toegelaten voor de niet-huishoudelijke installaties:
- een toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een geschikte automatische schakelaar te plaatsen; of/en
- een toestel voor automatische wederinschakeling met parameters die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden te plaatsen.

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet voor het toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een automatische schakelaar:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van de beschermingsinrichting rekening houdt met de veilige temperatuur van het elektrisch materieel.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelbord moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het stroombaanschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen

Onderafdeling 5.3.4.1. Elektrische huishoudtoestellen

Het gebruik van elektrische huishoudtoestellen die niet volledig beantwoorden aan de voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen, of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, is verboden.

Onderafdeling 5.3.4.2. Verlichtingstoestellen

a. Binnenverlichtingstoestellen

De binnenverlichtingstoestellen mogen niet gevoed worden op een spanning hoger dan 250 V.

b. Buitenverlichtingstoestellen

De delen waarlangs de geleiders binnengaan in de buitenverlichtingstoestellen moeten zo geplaatst zijn dat ze de isolerende mantel van de geleiders niet beschadigen en dat het indringen van vocht in de lamphouder vermeden wordt.

c. Bevestiging van de toestellen

De verlichtingstoestellen moeten zo worden bevestigd dat herhaalde omwentelingen in de zelfde zin (bijvoorbeeld bij het onderhoud ervan) noch de val van de toestellen kan veroorzaken noch de isolatie van de geleiders kan beschadigen.

d. Opgehangen toestellen

Tenzij anders vermeld in deze onderafdeling moet men er over waken dat de toestellen zo worden opgehangen dat hun bevestiging aan volgende voorschriften beantwoordt:
- de ophanging wordt niet verzekerd door bevestiging aan de voedingsgeleiders;
- een geïsoleerd verbindingsstuk scheidt de metalen delen van het toestel van zijn steun wanneer het toestel niet van de klasse I is.

Toch mag men de geleiders ook als ophangdraden gebruiken wanneer de verbindingen met de lampen, de verlichtingsarmaturen en de plafondverbindingsdozen aan geen enkele trekkracht worden onderworpen en wanneer het gewicht van het opgehangen toestel 5 kg niet overschrijdt. Bovendien mag in de kern van de geleider de trekspanning niet groter zijn dan 15 N/mm^2. Het aanwenden van een knoop in de elektrische leiding als tractiestop is verboden.

De opgehangen verlichtingstoestellen moeten zo opgesteld worden dat hun geleiders niet kunnen beschadigd worden door ronddraaien of elke andere verplaatsing van deze toestellen.

e. Verlichtingstoestellen met lamphouders

e.1. Keuze van de lamphouders

De lamphouders moeten gekozen worden rekening houdend met de stroom alsook met het opgenomen vermogen door de lampen die voorzien werden.

De schroeflamphouders met genaakbare actieve delen, of deze die een rechtstreekse aanraking met de lampvoet toelaten wanneer de lampen aangebracht zijn, mogen niet gebruikt worden in open toestellen tenzij ze buiten het genaakbaarheidsgabarit van de gebruiker opgesteld zijn. In alle andere gevallen, mogen ze slechts aangewend worden in verlichtingstoestellen die slechts met behulp van gereedschap kunnen geopend worden.

Lamphouders met schakelaar zijn slechts toegelaten indien ze een isolerend omhulsel bevatten.

De lamphouders met trekschakelaar zijn slechts toegestaan indien de werking van de schakelaar verzekerd wordt, hetzij door een isolerend koord, hetzij door een metalen ketting verbonden aan het mechanisme door middel van een isolerend deel: deze ketting mag niet in contact komen met actieve delen van de lamphouder.

e.2. Elektrische leidingen

Het is verboden elektrische leidingen aan de verlichtingstoestellen te bevestigen door middel van metalen klemmen die hun isolatie kunnen beschadigen. Bijzondere beschermingsstukken uit isolatiemateriaal worden aangebracht daar waar de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd zou kunnen worden.

De doorlaatpijpen in de verlichtingstoestellen moeten derwijze afgewerkt zijn dat de elektrische leidingen gemakkelijk kunnen worden doorgetrokken zonder dat de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd wordt.

e.3. Aftakkingen

De aftakkingen binnen in de verlichtingstoestellen moeten zoveel mogelijk in één punt verenigd worden.

e.4. Voetstukken

Al de onder spanning staande delen van verlichtingstoestellen dienen aangebracht op voetstukken van onbrandbaar en niet-hygroscopisch isolatiemateriaal.

f. Looplampen

Gezien hun toepassing in de meest diverse omstandigheden vanuit het oogpunt van de uitwendige invloeden, is de voedingsspanning der looplampen begrensd tot de hiernavolgende maximale waarden:
- bij laagspanning tot 250 V onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB1/BC1 of BC2;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel en 60 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB1/BC3 of BC4; BB2/BC1 of BC2 of BC3; BB3/BC1 of BC2;

- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB2/BC4; BB3/BC3;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 6 V wisselspanning, 12 V gelijkspanning met rimpel of 18 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB3/BC4.

De looplampen voor laagspanning moeten van de klasse I of II zijn.

g. Voedingssysteem voor verlichtingstoestellen via rails

De rails voor elektrische voedingssystemen van verlichtingstoestellen moeten zo geïnstalleerd worden dat hun opening niet naar boven gericht is. Een of meerdere oordeelkundig geplaatste schakelaars moeten de onderbreking van de voeding toelaten van de rail over haar ganse lengte.

In de huishoudelijke lokalen en in deze, speciaal bestemd voor kinderen (BA2), moeten deze rails op meer dan 2 m van de vloer geïnstalleerd worden.

h. Door transformatoren, convertoren of invertoren gevoede ontladingslampen

h.1. Toepassingsgebied

Dit *punt h.* is van toepassing op ontladingslampen die geen deel uitmaken van openbare verlichtingsinstallaties en die gevoed worden door een transformator, convertor of invertor waarvan de nullast uitgangsspanning hoger is dan 1 kV maar 10 kV niet overschrijdt.

h.2. Vaste installaties

- *Voedingsstroombaan*
  De ontladingslampen moeten gevoed worden door een afzonderlijke laagspanningsstroombaan vertrekkende van het hoofd- of van een hulpverdeelbord. Deze speciale stroombaan moet voorzien zijn van een alpolige schakelaar, «normaalschakelaar» genoemd, die de hulptoestellen van de ontladingslampen, waaronder ook de transformatoren, convertoren, of invertoren begrepen zijn, bedient.
  Elke andere schakelaar in deze stroombaan geplaatst moet eveneens alpolig zijn.

- *Transformatoren, convertoren of invertoren*
  Het gebruik van autotransformatoren voor de voeding van ontladingslampen is verboden. De transformatoren, convertoren of invertoren moeten beantwoorden aan de voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of aan bepalingen die minstens een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

- *Scheidingsinrichting van de primaire stroombaan*
  Volgens het geval moet de primaire stroombaan van elke transformator, convertor of invertor of groep van transformatoren, convertoren of invertoren voorzien zijn van een scheidingsinrichting zoals hierna beschreven wordt.

  - Buiteninstallaties
    Een alpolige hulpschakelaar, «brandweerschakelaar» genaamd, is buiten langs de straat of langs een doorgang bij voorkeur op de voorgevel geplaatst, op een hoogte begrepen tussen 3 en 4 m vanaf de begane grond en op een horizontale afstand van maximum 5 m vanaf het dichtstbijzijnde uiteinde van de lampen.
    Deze schakelaar wordt binnen een omhulsel aangebracht waarvan de beschermingsgraad minimum IP54 bedraagt.
    Dit omhulsel wordt stevig bevestigd op een gemakkelijk bereikbare plaats. Men zal vermijden de schakelaars boven een venster of een deur te plaatsen. Met een aangepast arbeidsmiddel moet de schakelaar gemakkelijk bediend kunnen worden.
    In dit omhulsel wordt achter een venster van doorzichtig materiaal, een verkliklamp geplaatst, die gevoed wordt door de primaire stroombaan van de transformator, convertor of invertor of van de groep van transformatoren, convertoren of invertoren. Deze lamp brandt wanneer de primaire klemmen van de transformator, convertor of invertor of van de groep van transformatoren, convertoren of invertoren onder spanning staan. Door het venster geeft zij een rood licht dat gemakkelijk van op de begane grond zichtbaar is.
    Indien het omhulsel uit metaal is, wordt het geaard.

  - Binneninstallaties
    Een alpolige schakelaar wordt in de nabijheid van de ontladingslampen geplaatst ofwel op het ontstekingsbord van het lokaal waarin de lampen opgesteld zijn. Deze schakelaar wordt gemerkt met de indicatie «neon».

– *Plaatsing van de hulpinrichting*
De hoogspanningshulpinrichting van de ontladingslampen is:
  - hetzij opgesteld op voldoende afstand van alle voorwerpen of alle delen van het gebouw die het zou kunnen beschadigen;
  - hetzij gescheiden van deze voorwerpen of delen van het gebouw door een thermisch isolerend scherm.

Indien de hoogspanningshulpinrichting van de ontladingslampen aangebracht is binnen in de gebouwen, moet zij geplaatst worden, hetzij in een lokaal, gescheiden van de rest van de installatie en onbereikbaar voor elke niet-toegelaten persoon, hetzij in één of meerdere schakel- en verdeelborden uit onbrandbaar materiaal.
Indien de hulpinrichting aangebracht is buiten de gebouwen, moet het geheel ten minste een beschermingsgraad IP44 hebben.

– *Elektrische leidingen*
Het is verboden de aarde of een metalen structuur als stroomgeleider te gebruiken.
Om de transformatoren, convertoren of invertoren te verbinden aan de eindelektroden van de lampen of aan de lamphouders, alsook om de verbinding te maken tussen de tussenliggende elektroden onderling of tussen de tussenliggende lamphouders, wordt er gebruik gemaakt van een geleidertype voorzien voor een nominale spanning die ten minste gelijk is aan de nullastspanning van de transformator, convertor of invertor.

– *Bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking*
  - De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking zal verwezenlijkt worden door een equipotentiale verbinding tussen de metalen delen van de vast opgestelde ontladingslampen, met uitzondering van de steuntjes en houders voor de bevestiging van kabels en neonbuizen. Deze equipotentiale verbinding zal geaard worden via een beschermingsgeleider.
  - Het openen van de omhulsels van de transformatoren en van de hulpapparatuur op hoogspanning van de ontladingslampen mag slechts geschieden met behulp van een werktuig.
  - De hoogspanningsstroombanen gevoed door transformatoren, convertoren of invertoren moeten beschermd worden door een beveiligingssysteem tegen aardlekken. Dit systeem schakelt de uitgangsspanning uit door de voeding van de transformatoren, convertoren of invertoren te onderbreken. Hiertoe moet een aangepast detectiesysteem, geplaatst in de secundaire stroombaan en de voeding van de transformator, convertor of invertor onderbrekend, worden verwezenlijkt.
    Ingeval van een aardlekfout, mag de werkingsstroom van het detectiesysteem 25 mA niet overschrijden, mag de uitschakeltijd 200 ms niet overschrijden en mag de spanning aan de klemmen van de detector 50 V niet overschrijden.
    Indien de installatie een knipperautomaat bevat moet de voeding van het beveiligingssysteem en van het resetsysteem stroomopwaarts van de knipperautomaat worden aangesloten.
    Het beveiligingssysteem tegen aardlekken is zodanig geconstrueerd dat het niet mogelijk is om het ondoeltreffend te maken. Indien dit niet het geval is, moet een inrichting voorzien zijn om, aan de persoon bedoeld in *afdeling 6.4.1* en ermee belast de gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname uit te voeren, toe te laten een zegel aan te brengen die de onschendbaarheid van het beveiligingssysteem verzekert.
  - Voor de verbindingen die gelegen zijn binnen het genaakbaarheidsgabarit, moeten de hoogspanningsverbindingen voorzien zijn van een bijkomende beveiliging die een beschermingsgraad biedt van minimum IPXX-B. Deze beveiligingsgraad moet behouden blijven, zelfs indien een genaakbaar gedeelte van de buis gebroken is; indien dit niet het geval is, moeten de hoogspanningsstroombanen uitgerust zijn met een beveiligingssysteem dat in werking treedt bij het openen van secundaire stroombanen.
    Voor de verbindingen die gelegen zijn buiten het genaakbaarheidsgabarit, moeten de hoogspanningsverbindingen voorzien zijn van een bijkomende beveiliging die een beschermingsgraad biedt van minimum IPXX-B, ofwel beschermd zijn door een beveiligingssysteem dat in werking treedt bij het openen van secundaire stroombanen.
    Vereisten inzake het beveiligingssysteem dat in werking treedt bij het openen van secundaire hoogspanningsstroombanen:
      In geval er zich een open stroombaan voordoet in de hoogspanningsstroombaan, onderbreekt het beveiligingssysteem bij het openen van secundaire stroombanen de voeding van de primaire stroombanen of schakelt het de uitgangsspanning uit; de detectie geschiedt door middel van een aangepaste detector aangesloten aan de uitgangsstroombaan of door om het even welk middel dat een gelijkwaardige veiligheidsgraad biedt.
      Indien de installatie onder spanning wordt geplaatst bij een openingsfout van de secundaire stroombaan (breuk van een buis, loskomen van een kabel), moet het beveiligingssysteem in werking treden binnen een tijdspanne van 3 tot 5 seconden.

Indien het openen zich voordoet tijdens de werking van de installatie, moet het beveiligingssysteem in werking treden binnen een tijdspanne van 200 ms.

- De beveiligingssystemen die in werking treden bij het openen van secundaire stroombanen en tegen de aardlekken moeten worden uitgevoerd door mechanisch contact, het gebruik van halfgeleiders is niet toegelaten.

h.3. Draagbare en verplaatsbare toestellen

De draagbare en verplaatsbare toestellen moeten alleen voldoen aan de volgende bepalingen van de *punt h.2.*:

- «Transformatoren, convertoren of invertoren»;
- «Elektrische leidingen»;
- «Bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking».

De secundaire nullastspanning mag 8 kV niet overschrijden.

i. Buitenverlichtingstoestellen

De buitenverlichtingstoestellen, geplaatst in de invloedsvoorwaarden AD2 tot en met AD4, mogen niet van de klasse 0 of van de klasse 01 zijn.

j. Tijdelijke verlichtingstoestellen

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *afdeling 5.1.4.*, is het toegestaan om voor tijdelijke verlichtingsinstallaties verlichtingstoestellen te gebruiken bestaande uit lampen met lamphouder waarvan de beschermingsgraad tegen het binnendringen van water IPX0 bedraagt.

Wanneer ze binnen het genaakbaarheidsgabarit zijn aangebracht, dienen deze verlichtingstoestellen:

- te zijn gevoed op zeer lage veiligheidsspanning, of
- te zijn beschermd door een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom van maximum 30 mA.

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *5.2.1.4.a.* en *5.2.9.14.* is het toegestaan prikkabels op laagspanning met versterkte isolatie, zoals de elektrische mantelleiding van het type A05VVH2-F, aan te wenden op voorwaarde dat alle prikgaten afgedicht zijn volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.3.4.3. Verwarmingstoestellen

De vast opgestelde verwarmingstoestellen moeten zodanig geplaatst worden dat de voortgebrachte warmteflux afgevoerd kan worden zoals voorzien door de constructie.

Verwarmingstoestellen die niet-ingesloten gloei-elementen bevatten mogen niet geplaatst worden in de lokalen (of plaatsen) waar ontploffingsgevaar bestaat (BE3). Dezelfde toestellen zijn elders slechts toegestaan indien alle nodige maatregelen getroffen worden om te vermijden dat ontvlambare voorwerpen in contact komen met de gloei-elementen.

Verwarmingstoestellen die door hun bestemming bedoeld zijn om in contact te komen met brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen (BE2) zoals de ovens en drogers, moeten, hetzij voorzien zijn van een temperatuurbegrenzer die de verwarming onderbreekt of vermindert alvorens een gevaarlijke temperatuur bereikt wordt, hetzij zodanig gebouwd zijn dat ze geen gevaar kunnen opleveren voor personen of schade kunnen berokkenen aan omliggende voorwerpen in geval van een overdreven opwarming der brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen die ze inhouden.

In de centrale verwarmingsinstallaties met warme lucht, mogen de verwarmingslichamen slechts onder spanning komen te staan nadat de overeenkomende ventilatoren zijn ingeschakeld en worden zij buiten spanning gezet wanneer de ventilatoren stilvallen, behalve wanneer de verwarmingselementen constructief voorzien zijn om geen gevaarlijke temperaturen te bereiken bij afwezigheid van ventilatie. Bovendien moet de controle door twee onafhankelijk van elkaar werkende temperatuurbegrenzers gebeuren of door een debietcontrole en een temperatuurbegrenzer die eveneens onafhankelijk van elkaar werken. Deze moeten elke ongeoorloofde temperatuurverhoging in de luchtkokers beletten.

De verwarmingstoestellen voor huishoudelijk gebruik moeten voldoen aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen. Indien ze ingesloten smeltveiligheden bezitten, moeten deze aan de desbetreffende voorschriften beantwoorden. De steunen, op dewelke de onder spanning staande stukken van de toestellen geplaatst zijn moeten bestaan uit een onbrandbaar, niet-hygroscopisch, isolerend materiaal.

Onderafdeling 5.3.4.4. Kookfornuizen en ovens

De kookfornuizen en de ovens die niet-ingesloten gloei-elementen bevatten mogen niet geplaatst worden in lokalen of plaatsen waar ontploffingsgevaar (BE3) bestaat.

Onderafdeling 5.3.4.5. Elektrisch speelgoed

Het elektrische speelgoed moet gevoed worden op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) waarvan de waarde bepaald wordt in het KB van 19 januari 2011 betreffende de veiligheid van speelgoed, meer bepaald *Bijlage II, bijzondere veiligheidseisen, IV Elektrische eigenschappen*.

De veiligheidstransformator die zorgt voor de voeding moet zodanig opgevat zijn dat hij niet beschadigd wordt door herhaalde kortsluitingen van de klemmen via welke de stroombanen van het speelgoed gevoed worden.

Onderafdeling 5.3.4.6. Haspels

a. Haspels voor sommige soorten verlengsnoeren

De haspeltrommel van verlengsnoeren met een nominale stroomsterkte kleiner of gelijk aan 16 A moet een diameter hebben van ten minste 12,5 maal de diameter van de kabel.

b. Andere soorten haspels

De haspeltrommels waarop de andere elektrische kabels dan deze bedoeld onder *punt a.* gewonden worden, moeten een diameter hebben van ten minste 30 maal de diameter van de kabel; de breedte in de groef van de leischijf is in verhouding tot de diameter van de kabel om zodoende klemming ervan te voorkomen.

Onderafdeling 5.3.4.7. Verlengsnoeren

De verlengsnoeren met een koppelcontactstop of tafelcontactdoos met of zonder haspel moeten vervaardigd en aangewend worden overeenkomstig de voorschriften van de desbetreffende ministeriële besluiten, genomen in toepassing (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij van het koninklijk besluit van 23 maart 1977 hetzij van het koninklijk besluit van 21 april 2016 betreffende het op de markt brengen van elektrisch materieel.

Onderafdeling 5.3.4.8. Draagbaar gereedschap met motor

Het draagbaar gereedschap met motor moet overeenkomen met de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen; de gebruiksvoorwaarden van draagbaar handgereedschap met elektrische motor, worden in bepaalde gevallen van uitwendige invloedsvoorwaarden, begrensd.

Afdeling 5.3.5. Installatiematerieel

Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden

a. Algemeenheden

De verbindingsinstallaties en de beveiligingstoestellen (veiligheden, automatische schakelaars...) moeten op steunpanelen gegroepeerd en gemonteerd zijn in één of meer schakel- en verdeelborden.

In elektrische installaties van gewone ruimten toegankelijk voor het publiek moeten de schakel- en verdeelborden conform desbetreffende door de Koning bekrachtigde normen zijn, of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

In elektrische installaties van huishoudelijke ruimten moeten de schakel- en verdeelborden zijn van de klasse I of II die voorzien zijn van achterwand en deur, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm. De achterwand mag niet kunnen worden weggenomen tijdens de gebruiksduur van dit materieel (vanaf het ogenblik dat het schakel- en verdeelbord wordt geplaatst en aangesloten).

De schakel en -verdeelborden moeten uit onbrandbaar, niet-hygroscopisch materiaal gemaakt zijn dat een voldoende mechanische weerstand biedt.

Schakel- en verdeelborden, die aan de rugzijde niet afgesloten zijn, mogen niet rechtstreeks op hygroscopisch of licht-brandbaar materiaal bevestigd worden.

b. Onderbreking

Een algemene scheidingsschakelaar moet op het hoofdsckakel- en verdeelbord geplaatst worden die de gelijktijdige onderbreking mogelijk maakt van alle fasen, en eventueel van de nulgeleider. Zijn nominale stroomsterkte is aan de installatie aangepast, zonder nochtans minder dan 25 A te bedragen.

In elektrische installaties van huishoudelijke ruimten is de nominale stroomsterkte van de algemene scheidingsschakelaar aan de installatie aangepast, zonder nochtans minder dan 40 A te bedragen.

Nochtans mag de functie van de algemene scheidingsschakelaar verzekerd worden door de beschermingsinrichting voor aansluiting indien deze ontworpen is om de scheiding te verzekeren.

c. Inplanting

De schakel- en verdeelborden moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van het elektrisch materiaal in deze borden verzekerd is.

De beschermings- en bedieningstoestellen betreffende stroombanen waarvan de energie tegen verschillende tarieven geleverd wordt, moeten op afzonderlijke panelen gegroepeerd worden, die ten minste 10 cm van elkaar verwijderd zijn of in aparte schakel- en verdeelborden, behoudens toelating van de stroomleverancier of inachtneming van de bijzondere voorschriften van de stroomleverancier.

Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten en verlichting

a. Ingebruikname van stopcontacten

De verzonken wandcontactdozen moeten worden aangebracht, hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie volgens het aangewend type van elektrische leiding, hetzij in dozen uit isolerende materiaal.

De wandcontactdozen bevestigd op de wand van lokalen waarin geen vochtgevaar bestaat (AD1) moeten derwijze geplaatst worden dat de as van hun contacthulzen (openingen) zich op een afstand boven het afgewerkte grondoppervlak bevindt van ten minste 0,15 m indien de contactdozen niet in het grondoppervlak of de plinten zijn ingebouwd.

In alle andere gevallen van uitwendige invloeden (AD2 tot AD8) moet de as der contacthulzen van de wandcontactdozen zich op ten minste 0,25 m boven het afgewerkte grondoppervlak bevinden.

Wanneer de contactdozen geplaatst worden in de vloeren of in de plinten, moeten modellen gebruikt worden die speciaal hiervoor voorzien zijn conform hetzij de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen en dit in functie van de uitwendige invloeden.

De normen NBN C 61-112-1, NBN C 61-112-2 en NBN C 61-112-3 betreffende de stopcontacten voor huishoudelijke installaties en niet-huishoudelijke installaties zonder gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel worden bindend verklaard. De stopcontacten die kenmerken vertonen die een gelijkwaardige veiligheid als de voorgenoemde normen bieden, inzonderheid de continuïteit van de beschermingsgeleider, worden ook toegelaten. Bijgevolg mag een stopcontact met alleen maar randaarde niet geïnstalleerd worden.
De installatie van wandcontactdozen met aansluiting aan achterzijde is toegelaten voor zover de aangesloten geleiders buigzame geleiders zijn waarvan de samenstellende draadjes van de uiteinden worden samengehouden door hetzij samenknijpende hulzen door middel van een gepast werktuig aangebracht, hetzij elk ander systeem dat minstens een gelijkwaardig resultaat verzekert.

b. Specifieke regels voor huishoudelijke ruimten

De contactdozen, met uitzondering van deze op zeer lage veiligheidsspanning, moeten voorzien zijn van een aardingscontact dat verbonden is met de beschermingsgeleider van de elektrische leiding behalve wanneer de contactdoos gevoed wordt via een individuele beschermingstransformator overeenkomstig de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.* Zij moeten van het model zijn zoals dit vermeld in *punt b.* van *onderafdeling 4.2.2.3.*, uitgezonderd in de volgende gevallen:
- voor de contactdozen gemonteerd in de schakel- en verdeelborden;
- voor de contactdozen die uitsluitend bestemd zijn voor de voeding van verplaatsbare toestellen met vaste standplaats.

Per stroombaan moet het aantal enkelvoudige of meervoudige contactdozen beperkt blijven tot acht.

Ten minste twee afzonderlijke stroombanen zorgen voor de voeding van de verlichtingstoestellen.

Bepaalde stroombanen mogen zowel contactdozen als verlichtingstoestellen voeden. De voorschriften van toepassing op deze stroombanen zijn deze betreffende de voedingsstroombanen van contactdozen waarbij elk verlichtingstoestel gelijkgesteld wordt met een contactdoos.

Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen

a. Keuze van de toestellen

De differentieelstroomrichtingen moeten gekozen en geplaatst worden overeenkomstig de schikkingen van dit Boek. Zij moeten weerstaan aan een kortsluitstroom die overeenstemt met het kortsluitvermogen op de plaats waar ze geïnstalleerd zijn.

De differentieelstroominrichtingen die worden geplaatst in elektrische installaties van huishoudelijke ruimten moeten ten minste van het type A zijn; deze geplaatst aan het begin van de installatie moet een nominale stroomsterkte hebben van ten minste 40 A. In elektrische installaties van huishoudelijke ruimten is het verboden een differentieelstroominrichting van het type A stroomopwaarts te plaatsen van een of meerdere stroomdifferentielstroominrichtingen die een beschermingsfunctie heeft tegen de fouten met een totale gelijkstroomcomponent van meer dan 6 mA.

b. Ingebruikname

De differentieelstroominrichtingen moeten opgesteld worden op een plaats waar hun veilige en doeltreffende werking niet verstoord kan worden door mechanische trillingen, uitwendige magnetische velden of andere invloeden.

Zij moeten geplaatst worden in droge ruimten of doeltreffend beschermd worden tegen vochtigheid.

Indien de differentieelstroominrichting in een schakel- en verdeelbord wordt ingebouwd, moeten maatregelen genomen worden opdat de testknop gemakkelijk bereikbaar zou zijn zonder speciale middelen en zonder gevaar voor toevallige aanraking van onder spanning staande delen.

c. Onderbreking van de geleiders

De differentieelstroominrichting moet de onderbreking verzekeren van alle actieve geleiders van de stroombaan.

De magnetische kring van de transformator in het beschermingstoestel moet alle actieve geleiders van de stroombaan omsluiten, de nulgeleider inbegrepen. De overeenkomstige beschermingsgeleider moet daarentegen buiten de magnetische kring aangebracht worden.

Om de bescherming te verzekeren van een toestel op een stroombaan met vier geleiders is het dus verboden twee tweepolige beschermingstoestellen te plaatsen of een driepolig beschermingstoestel te voorzien indien de nulgeleider geaard is.

Daarentegen is het niet verboden een beschermingstoestel te gebruiken waarvan een of twee polen niet aangesloten zijn: een drie- of vierpolig toestel mag een stroombaan met twee of drie geleiders beschermen.

Een zelfde vierpolige differentieelstroominrichting, eenfasig gevoed, mag meerdere afzonderlijke stroombanen beschermen op voorwaarde dat elke stroombaan meerpolig kan onderbroken worden stroomafwaarts van het beschermingstoestel en onafhankelijk ervan.

d. Normale lekstromen

De differentieelstroominrichtingen moeten dermate worden gekozen en de belasting moet dermate over de stroombanen worden verdeeld dat de tijdens normaal bedrijf te verwachten aardlekstromen geen onnodig uitschakelen van de inrichtingen veroorzaken.

e. Ontstoringscondensatoren

Bepaalde opstellingen van ontstoringscondensatoren kunnen de differentieelstroominrichtingen ongevoelig maken. Dit is onder andere het geval wanneer ze geschakeld zijn tussen fase en aarde.

De toestellen moeten zodanig opgevat worden dat hun ontstoringsinrichting niet aangesloten blijft op de actieve geleiders van het net als de toestellen niet in bedrijf zijn.

f. Gevaar van gelijkstroomcomponenten

Wanneer elektrisch materieel oorzaak kan zijn van een dissymmetrische stroom door gelijkstroomcomponenten en het stroomafwaarts geplaatst is van een differentieelstroominrichting moeten maatregelen getroffen worden opdat in geval van een fout met de aarde, de gelijkstroomcomponenten de werking van de beschermingstoestellen niet in die mate kunnen storen dat de veiligheid in het gedrag komt. Dit is het geval voor bepaald elektrisch materieel dat halfgeleiderschakelingen bevat (dioden, thyristoren...).

Om zulke storingen te vermijden kan een van volgende schikkingen getroffen worden:
- keuze van elektrisch materieel dat geen gelijkstroom voortbrengt die in staat is de werking van het beschermingstoestel te verstoren; dit is het geval voor toestellen met bediening door reeksalternaties of door symmetrische fasecontrole;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt of gebruikt, wordt uitgevoerd volgens de regels toepasselijk op de klasse II;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt gevoed via een scheidingstransformator;
- het beschermingstoestel is zo gebouwd dat zijn werking niet beïnvloed wordt door gelijkstromen;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt voorzien van of beschermd door een inrichting die het uitschakelt bij het ontstaan van een fout met een gelijkstroomcomponent.

g. Massa's en beschermingsgeleider

Alle massa's van het gedeelte van een installatie dat beschermd wordt door een differentieelstroominrichting, ongeacht haar gevoeligheid, moeten geaard worden.
De door eenzelfde inrichting beschermde massa's moeten verbonden worden met dezelfde aardverbinding.
De nulgeleider is stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet meer geaard.

h. Toestel met positieve veiligheid

Een differentieelstroominrichting met hulpvoeding is een toestel met positieve veiligheid wanneer een onderbreking van zijn hulpvoeding automatisch het openen van de beschermingsinrichting veroorzaakt.

De differentieelstroominrichtingen zonder positieve veiligheid zijn verboden in huishoudelijke elektrische installaties.

i. Gebruik van grote of zeer grote gevoeligheid

Het gebruik van een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid wordt aangeraden in de volgende gevallen:

- om een bijkomende bescherming te verzekeren tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
- om het gevaar, dat ontstaat door de breuk van de beschermingsgeleider die de massa's van het elektrisch materieel met aarde verbindt, te beperken; dit eventueel gevaar betreft namelijk het materieel gevoed door snoeren waar de sleet of de vermoeidheid van de snoeren een breuk kan veroorzaken in de beschermingsgeleider zonder dat deze breuk kan opgemerkt worden;
- wanneer de gebruiksvoorwaarden van het elektrisch materieel streng zijn.

Wegens de kleine waarde van de aanspreekstroom van de beschermingsinrichtingen moeten gepaste voorzorgsmaatregelen getroffen worden om ontijdige uitschakelingen te voorkomen die te wijten zijn aan lekstromen en niet aan foutstroom.

j. Verbodsbepalingen

Het is verboden de veiligheid, die een differentieelstroominrichting biedt, in het gedrang te brengen door deze inrichting te overbruggen door de in- en uitgangsklemmen met elkaar te verbinden.

k. Test van de beschermingsinrichting

Wanneer de beschermingsinrichting periodiek, bijvoorbeeld maandelijks, moet getest worden volgens de onderrichtingen van de constructeur dan moet men zich ervan vergewissen dat de voeding werkelijk onderbroken werd.

Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen

a. Algemeenheden

De schakelaars en andere bedieningstoestellen moeten conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Zij moeten worden voorzien voor de gebruikscategorie die in de norm, die overeenstemt met hun bestemming, voorgeschreven is.

Zij moeten:
- hetzij voorzien zijn van een geprefabriceerd omhulsel;
- hetzij ondergebracht worden in een schakel- en verdeelbord dat een beschermingsgraad heeft die overeenstemt met de gebruiksvoorwaarden.

Wanneer zij een scheidingsfunctie verzekeren, moeten zij beantwoorden aan de bijzondere voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Onderbreking

De schakelaars met scheidingsfunctie verzekeren de gelijktijdige onderbreking van alle fasegeleiders.

Als een tweepolige onderbrekingsinrichting met scheidingsfunctie stroomopwaarts voorzien is in de elementaire stroombaan, is het gebruik van enkelpolige besturingsinrichtingen stroomafwaarts van deze onderbrekingsinrichting toegelaten.

c. Inbouw

De in de wanden verzonken schakelaars worden aangebracht hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie, volgens het aangewend type van elektrische leiding hetzij in dozen uit isolerende en zelfdovende materiaal, die aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.5.* beantwoorden.

Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden en automatische schakelaars

a. Niet-verwisselbaarheid

In huishoudelijke ruimten worden enkel smeltveiligheden of kleine automatische schakelaars met pennen of van het type D en kleine automatische schakelaars toegelaten voor de bescherming van de stroombanen. Bovendien, en voor zover de te beschermen elektrische leiding een doorsnede heeft die kleiner is dan 10 mm^2, moeten de smeltveiligheden en de kleine automatische schakelaars en deze van type D in deze lokalen zo opgevat zijn dat het element niet kan vervangen worden door een element met een nominale stroomsterkte die groter is dan die voorzien is om de elektrische leiding te beschermen.

Indien de kalibreerelementen van deze beschermingen geen geheel vormen met de aansluitstrip moeten zij conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm zijn of beantwoorden aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Werkingsvoorwaarden van de kleine automatische schakelaars

Kleine automatische schakelaars die bediend worden door BA1-, BA2- of BA3-personen moeten van een model zijn dat niet toelaat de werkingsvoorwaarden te veranderen, zonder dat dit zichtbare sporen nalaat zoals verbreken van een zegel.

c. Steunen van smeltveiligheden

De steunen voor smeltveiligheden van het type D moeten zo aangesloten worden dat het centraal contact zich langs de voedingszijde van de installatie bevindt.

De steunen voor smeltveiligheden met pennen moeten zo geplaatst of gebouwd zijn dat de mogelijkheid uitgesloten is om contacten te verwezenlijken tussen geleidende stukken behorende aan twee naastliggende houders door middel van smeltveiligheden of kleine automatische schakelaars met pennen.

d. Werking van de smeltveiligheden

De smeltveiligheden moeten conform de desbetreffende normen zijn die door de Koning bekrachtigd werden of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Onderbrekingsvermogen

De smeltveiligheden en automatische schakelaars moeten een onderbrekingsvermogen hebben dat overeenstemt met het te verwachten kortsluitvermogen dat op de plaats van hun installatie is vereist. Het minimaal kortsluitvermogen wordt vastgelegd bij besluit van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

In huishoudelijke ruimten mag de te verwachten eenfasige kortsluitstroom aan de uitgangsklemmen van de eerste reeks beschermingsinrichtingen tegen overstroom, geplaatst na de algemene differentieelstroominrichting, niet groter zijn dan 3000 A.

Stroomopwaarts van voormelde uitgangsklemmen:
- hebben de beschermingsinrichtingen voor aansluiting een minimum onderbrekingsvermogen van 6000 A;
- hebben de beschermingsinrichtingen tegen overstroom een minimum onderbrekingsvermogen van 3000 A (aanduiding 3000 omgeven door een rechthoek voor de kleine automatische schakelaars) en zijn de eerste automatische schakelaars stroomafwaarts van de beschermingsinrichting voor aansluiting, met uitzondering van de penautomaten, voorzien van een conforme markering voor energiebeperkingsklasse 3;
- hebben de smeltveiligheden en de penautomaten een minimum onderbrekingsvermogen van 3000 A;
- weerstaan de differentieelstroominrichtingen en schakelinrichtingen aan een $I^2 \cdot t$-waarde van minimum 22,5 kA^2s bij een stroom van 3000 A; een specifieke markering van de differentieelstroominrichtingen zonder overstroombeveiliging, met nominale stroomsterkte $\leq$ 40 A, verzekert de identificatie van de naleving van deze karakteristieken, namelijk minimum de volgende aanduiding: «3000 A, 22,5 kA^2s», deze karakteristieken zijnde samen aangebracht op eenzelfde vlak, zichtbaar na installatie, zo nodig, na verwijdering van de beschermingsplaten geplaatst in het kader van de bescherming tegen directe aanraking; deze informatie mag behoren tot andere markeringen en aanduidingen voorzien door de erop betrekking hebbende door de Koning bekrachtigde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

De elektrische verbindingen tussen de differentieelstroominrichting enerzijds en de beschermingsinrichting of -inrichtingen tegen overstroom onmiddellijk erna geplaatst anderzijds, moeten verwezenlijkt worden door middel van stugge geleiders.
Deze verbinding verwezenlijkt met soepele geleiders wordt eveneens toegelaten voor zover de draadjes aan beide uiteinden worden samengehouden door hetzij samenknijpende hulzen door middel van een gepast werktuig aangebracht, hetzij elk ander systeem dat minstens een gelijkwaardig resultaat verzekert.

f. Open smeltkamer

De typen van smeltveiligheden waarvan de smeltdraad niet in een volkomen dichte smeltkamer opgesloten is, zijn verboden.

g. In toestellen ingebouwde smeltveiligheden en automatische schakelaars

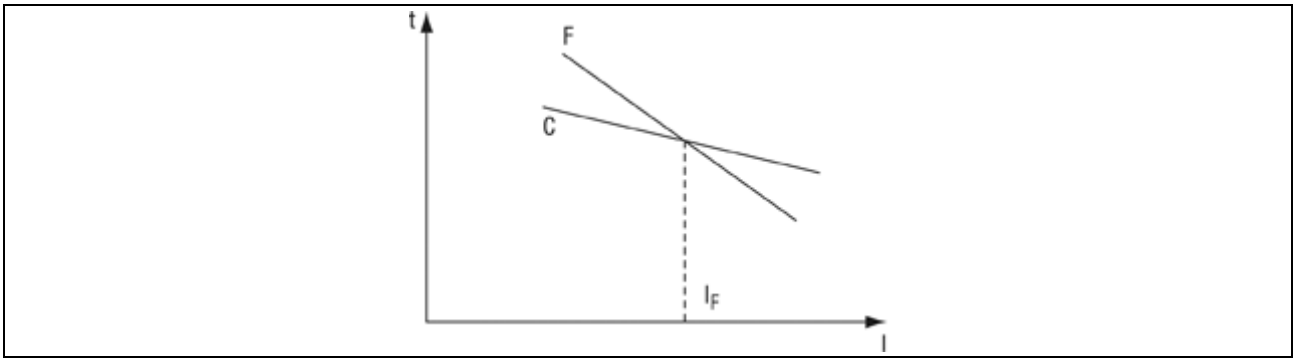
De miniatuursmeltveiligheden en automatische schakelaars zijn toegelaten voor de afzonderlijke bescherming van toestellen, op voorwaarde dat zij in deze toestellen ingebouwd zijn.

h. Keuze van beschermingsinrichtingen tegen kortsluitingen

- Bij smeltveiligheden

  De minimale kortsluitstroom is in het algemeen deze die overeenkomt met een zuivere kortsluiting die zich voordoet op het verst gelegen punt van de beschermde elektrische leiding.
  De kortsluitstroom I_{cc} mag niet kleiner zijn dan I_F.

Figuur 5.29. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden

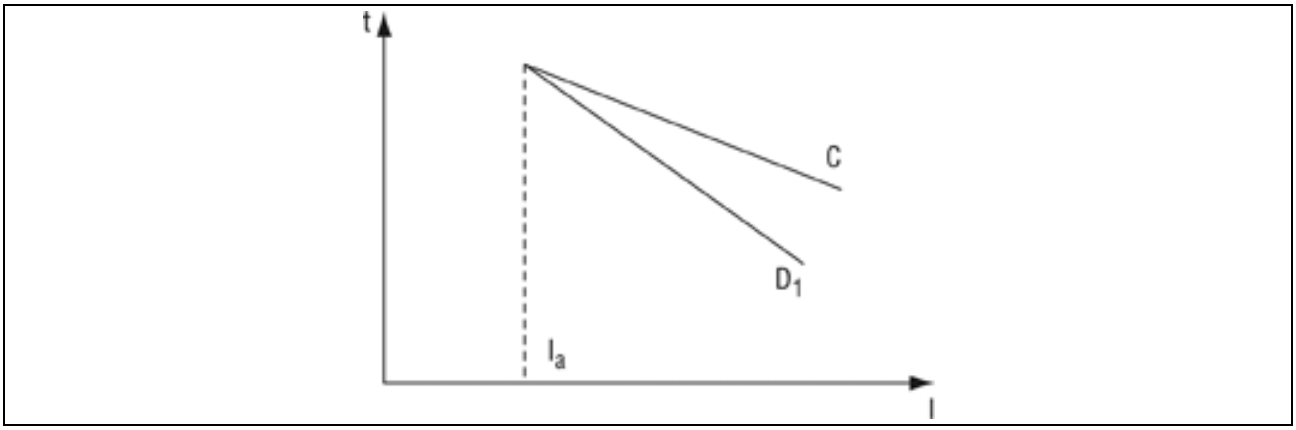


$I_{cc} \geq I_F$

C: tijd-stroomsterkte diagram dat overeenstemt met de toegelaten thermische belasting in de beschermde elektrische leiding
F: smeltkarakteristiek van de smeltveiligheid (bovenste limiet van de werkingszone)

- Bij automatische schakelaars
  Voor automatische schakelaars moet aan twee voorwaarden voldaan worden:
  - de minimale kortsluitstroom is ten minste gelijk aan I_a;
  - de veronderstelde kortsluitstroom in het punt van de installatie waar de automatische schakelaar zich bevindt, is kleiner dan I_b.

Figuur 5.30. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom)

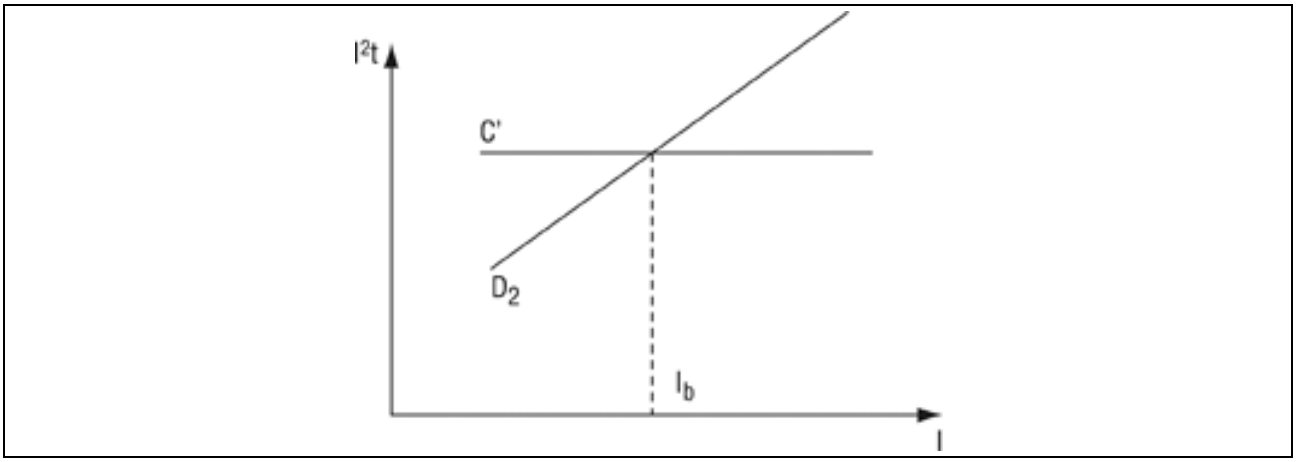


$I_{cc} \geq I_a$

C: tijd-stroomsterkte diagram overeenstemmend met de toegelaten thermische belasting in de beschermde geleiders

D1: werkingskarakteristiek van de automatische schakelaar

Figuur 5.31. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom)



$I_{cc} \leq I_b$

C': toegelaten $I^2 \cdot t$-diagram van de geleiders
D_2: $I^2 \cdot t$-karakteristiek van de automatische schakelaar

Wanneer de werkingskarakteristiek (F of D_1) van de beschermingsinrichting zich onder de kromme C der geleiders bevindt voor een tijd kleiner dan 5 seconden, moet de stroom I_a gelijk genomen worden aan de werkingsstroom van de beschermingsrichting gedurende 5 seconden.

Voor de kortsluitstromen waarvan de duur meerdere periodes overschrijdt, mag de karakteristiek $I^2 \cdot t$ van de beschermingsinrichting berekend worden door vermenigvuldiging van het kwadraat van de effectieve waarde van de werkingskarakteristiek I van de beschermingsinrichting met de werkingstijd t. Voor de kortsluitstromen van kortere duur wordt gebruik gemaakt van de door de constructeur geleverde $I^2 \cdot t$-karakteristieken.

In de installaties volgens het IT-systeem, moeten de beschermingsinrichtingen het gepaste eenpolig onderbrekingsvermogen hebben voor de spanning tussen de fasen.

De minimale kortsluitstroom zal bepaald worden volgens een berekeningswijze bepaald door de regels van goed vakmanschap ofwel door toepassing van volgende formule:

$$I = \frac{0{,}8 \cdot U}{\rho \cdot \frac{L}{S}}$$

Daarin is:

U: de spanning, in V, onder nominale dienstvoorwaarden op de plaats van de beschermingsinrichting:
- de spanning tussen fase- en nulgeleider indien de stroombaan een verdeelde nulgeleider bevat;
- de spanning tussen fasen, indien de stroombaan geen verdeelde nulgeleider bevat.

L: de ontwikkelde lengte, in meter, van de geleiders van de elektrische leiding.

ρ: de soortelijke weerstand van het metaal van de geleider.
De weerstand van de geleiders van de stroombaan moet in rekening gebracht worden voor de gemiddelde temperatuur gedurende de kortsluitingstijd, hetzij 1,5 maal de weerstand bij 20 °C.
Men kan rekening houden met de reactantie-invloeden van geleiders met grote doorsneden door de weerstand te vermeerderen met 15 % bij een doorsnede van 150 mm², met 20 % bij een doorsnede van 185 mm², en 25 % bij een doorsnede van 240 mm².

S: de doorsnede, in mm², van de geleiders.

i. Bescherming van parallelle geleiders

Wanneer eenzelfde beschermingsinrichting meerdere parallel geschakelde geleiders beschermt tegen de kortsluitingen, moeten haar werkingskarakteristieken bepaald worden rekening houdend met:
- de minimale kortsluitstroom die zich kan voordoen;
- de maximale thermische belasting waaraan de geleiders mogen blootgesteld worden.

j. Beschermingsinrichting voor aansluiting

De beschermingsinrichting voor aansluiting van huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties (smeltveiligheid of automatische schakelaar) verzekert de bescherming tegen overbelasting van het stroomopwaarts en stroomafwaarts gelegen gedeelte van de aansluiting tot op de plaats van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom die zich aan beide zijden bevinden; bovendien verzekert hij de bescherming tegen overstroom van het stroomafwaarts gelegen gedeelte en zulks, tot aan de beschermingsinrichting tegen overstroom die er op volgt.

Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties

Onderafdeling 5.3.6.1. Toepassingsgebied

De voorschriften *van onderafdeling 5.3.6.2.* zijn niet van toepassing op elektrische installaties ondergebracht in huishoudelijke ruimten.

Onderafdeling 5.3.6.2. Algemene voorschriften

De laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen zijn conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.3.6.3. Bedienings- en verdeelinrichtingen

a. Algemeen

Wanneer de elektrische leidingen van de gebruiksinstallatie bestaan uit niet-geïsoleerde buizen, worden deze zo aangebracht dat elk contact tussen de buizen onderling of met andere geleidende delen vermeden wordt.

De uiteinden van niet-geïsoleerde buizen moeten zich ten minste 30 mm bevinden van elk actief deel, zoals bijvoorbeeld een aansluitklem.

Bovendien moet het aansluitingsmaterieel zo gemonteerd worden dat geen enkel actief deel zich op minder dan 30 mm van de wand of uitwendige metalen steun bevindt, tenzij er een isolerend scherm tussen geplaatst is.

b. Aansluiting van huishoudelijke installaties

Bij de plaatsing, moet men er zich van verzekeren dat een doeltreffende scheiding bestaat tussen, enerzijds de niet-geïsoleerde buizen van de aansluiting op het distributienet, en anderzijds, de niet-geïsoleerde buizen van de installatie en de geleidende delen van de constructie (zoals betonwapeningen, ijzerbeslag, metalen lijsten...). Deze scheiding kan bekomen worden door één van volgende schikkingen:
- tussen deze elementen een afstand van ten minste 6 mm in de lucht onderhouden;
- plaatsing van moffen, kousen of schermen in isolerend materiaal.

Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen

Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden

Het materiaal voor meetstroombanen moet conform de desbetreffende normen zijn, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, of beantwoorden aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Behalve voor bijzondere toepassingen moeten de meettransformatoren van het eenfasige type zijn met als functie het voeden van:
- meettoestellen (tellers);
- beschermingstoestellen (relais, ontgrendelingstoestellen).

De meettransformatoren moeten een nominaal vermogen hebben en van een klasse zijn die toereikend is voor de erop aangesloten toestellen.

Onderafdeling 5.3.7.2. Stroommeetstroombanen

Het is verboden de secundaire stroombanen van stroommeettransformatoren te beveiligen tegen overbelasting en kortsluiting.

De stroommeettransformatoren moeten kunnen weerstaan aan de thermische korteduurstroom die op de plaats van opstelling kan optreden.

De stroommeettransformatoren bestemd voor meetdoeleinden moeten met een zo klein mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat de kortsluitstroom in de primaire stroombaan de meettoestellen in de secundaire stroombaan niet kan beschadigen.

De stroommeettransformatoren bestemd voor beschermingsdoeleinden moeten met een zo groot mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat bij kortsluitstromen in de primaire stroombaan de betrouwbare werking van de beschermingstoestellen in de secundaire stroombaan niet in het gedrang komt.

Wanneer een stroommeettransformator voor zowel meet- als beschermingsdoeleinden wordt aangewend, moeten de meettoestellen, wanneer noodzakelijk, door geschikte tussengeschakelde transformatoren tegen beschadiging door de uitwerking van kortsluitstromen worden beschermd.

Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen

Afdeling 5.4.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de bepalingen voor aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen teneinde te voldoen aan de veiligheidsvoorschriften van de elektrische installatie.

Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties

Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding

a. Algemeenheden

De aardverbinding moet verwezenlijkt worden hetzij volgens de schikkingen van *punt b.* of *punt c.* voor huishoudelijke installaties hetzij volgens de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, voor niet-huishoudelijke installaties.

b. Specifieke regels voor huishoudelijke installaties

b.1. De aardingslus

b.1.1. Nieuw gebouw

Voor elk nieuw gebouw waarvan de bodem van de funderingssleuf van een gedeelte of de gehele fundering op ten minste 60 cm diepte ligt, moet de aardelektrode ten minste een lus omvatten die op de bodem van de funderingssleuf onder de buitenmuren is aangebracht.

b.1.2. Samenstelling van de aardingslus

De aardingslus moet bestaan hetzij uit een volle geleider met cirkelvormige doorsnede en zonder lassen hetzij uit zeven samengeslagen draden met cirkelvormige doorsnede en zonder lassen. In de mate van het mogelijke omvat de lus slechts één geleider. Nochtans, het gebruik van meerdere aan elkaar verbonden geleiders wordt toegelaten onder voorbehoud van het inacht nemen van de voorwaarde vermeld in *punt b.1.6.*

b.1.3. Geleidersdoorsnede van de aardingslus

De geleidersdoorsnede van de aardingslus is een geometrische doorsnede die ten minste 35 mm^2 moet bedragen.

b.1.4. Aard van het metaal waaruit de aardingslus is samengesteld

De volle geleider moet uit blank gehard elektrolytisch koper of uit verlood koper bestaan. Dit laatste moet aangewend worden wanneer het terrein waarin de geleider geplaatst wordt vermoedelijk niet de nodige waarborgen biedt tegen schadelijke corrosieve inwerking op het koper. De geleider met zeven samengeslagen draden moet uit gehard koper bestaan.

b.1.5. Plaatsing en vasthechting van de aardingslus op de bodem van de funderingssleuf

De aardingslus moet rechtstreeks tegen de grond worden aangebracht op de bodem van de funderingssleuf en zodanig met aarde bedekt worden dat ze in geen enkel geval in aanraking komt met het materiaal van de funderingsmuren (mortel, beton, bewapening...). Om de aardgeleider op de bodem van de funderingssleuf ter plaatse te houden mogen eventueel enkele bevestigingsmiddelen (haken, krammen...) gebruikt worden uit koper of een materiaal dat geen corrosieve in werking veroorzaakt op het metaal van de geleider die de aardingslus vormt.

b.1.6. Uiteinden van de geleider(s) van de aardingslus

De uiteinden van de aardingslus moeten bereikbaar blijven voor onderzoek. Indien de aardingslus is

samengesteld uit meerdere in serie geplaatste geleiders moeten de uiteinden van elke geleider en hun verbindingen bereikbaar blijven voor onderzoek.

b.2. Bijkomende aardelektrode

b.2.1. Doel

Indien geen aardingslus kan worden geïnstalleerd (bijvoorbeeld wanneer de diepte van de funderingssleuf onvoldoende is) of wanneer de spreidingsweerstand van de aardelektrode, gevormd door de aardingslus, onvoldoende klein is moet gebruik worden gemaakt van aardelektroden die verder «bijkomende aardelektroden» worden genoemd.

b.2.2 Soorten bijkomende aardelektroden

Als bijkomende aardelektroden worden gebruikt:
a) de horizontaal in de grond ingegraven metalen geleider;
b) de verticaal of schuin in de grond gedreven baren, pennen of geleiders.

b.3. Horizontaal in de grond ingegraven metalen geleiders

De horizontaal in de grond ingegraven metalen geleider moet een volle geleider met cirkelvormige door snede zijn uit koper of verlood koper. Dit laatste moet gebruikt worden wanneer het terrein waarin de geleider geplaatst wordt vermoedelijk niet de nodige waarborgen biedt tegen schadelijke corrosieve in werking op het koper. Zijn doorsnede is een geometrische doorsnede die ten minste 35 mm² moet bedragen. De geleider moet ten minste 0,80 m diep ingegraven worden.

b.4. Verticaal of schuin in de grond gedreven metalen baren, pennen of geleiders

b.4.1. Algemeenheden

De aardingsbaren of -pennen moeten ten minste 1,50 m lang zijn. De ingedreven lengte onder het peil – 0,60 m moet ten minste 1,50 m bedragen.

b.4.2. Soorten

Men onderscheidt volgende soorten:
a) aardingsbaren;
b) aardingspennen;
c) in de grond gedreven metalen geleiders.

b.5. Aardingsbaren

Aardingsbaren moeten vol zijn en een cirkelvormige doorsnede hebben. Hun diameter moet ten minste hetzij 14 mm bedragen wanneer zij vervaardigd zijn uit koper of verkoperd staal, hetzij 19 mm bedragen wanneer zij bestaan uit gegalvaniseerd staal.

b.6. Aardingspennen

De aardingspennen bestaan uit een recht of schroefvormig metalen profiel. Indien de aardingspen uit gegalvaniseerd staal bestaat, moet de omschreven cirkel van de orthogonale doorsnede van het profiel ten minste een diameter hebben van 45 mm en de gemiddelde dikte van de vleugels moet ten minste 3,5 mm bedragen. De trekvastheid van de aardingspen moet ten minste 450 N/mm² bedragen. Indien de aardingspen uit een koperlegering is vervaardigd die aan corrosie weerstaat moet de omschreven cirkel van de minimumdoorsnede ten minste een diameter hebben van 19 mm. De dikte van de vleugels moet ten minste 3 mm bedragen. Haar trekvastheid moet ten minste 600 N/mm²bedragen.

b.7. In de grond gedreven geleiders

De in de grond gedreven geleiders bestaan uit blank gehard elektrolytisch koper met een geometrische doorsnede van ten minste 50 mm². De geleider moet in de grond gedreven worden door mechanische trillingen. Op het uiteinde van de geleider moet een stalen kop geplaatst worden teneinde elke beschadiging bij het indrijven te vermijden.

b.8. Verbinding tussen verschillende delen

b.8.1. Koperen of verkoperde stalen baren

De verbinding van verschillende elementen koperen of verkoperde stalen baren moet verwezenlijkt worden door middel van schroefmoffen uit brons of een koperlegering met een minimumlengte van 60

mm. De met elkaar verbonden baren moeten elkaar in het midden van de mof raken.

b.8.2. Aardingsbaar uit gegalvaniseerd staal

De verbinding van gegalvaniseerde stalen baren moet geschieden door middel van een zelfborgende koppeling die elk gevaar voor inwendige corrosie uitsluit. De koppeling mag noch de uitwendige diameter, noch de stevigheid, noch de elektrische geleidbaarheid van de gekoppelde baarelementen veranderen.

b.8.3. Aardingspennen uit een koperlegering

De verbinding van aardingspennen uit een koperlegering moet geschieden door middel van zelfborgende koppeling waarbij de stift een geheel vormt met een mof uit brons of een koperlegering met een lengte van ten minste 60 mm.

b.8.4. In de grond gedreven koperen geleiders

De in de grond gedreven koperen geleider moet uit één stuk bestaan.

c. Technische voorwaarden voor een gemeenschappelijke aardverbinding voor verscheidene huishoudelijke installaties

c.1. Toepassingsgebied

De gemeenschappelijke aardverbinding is van toepassing voor elk nieuw appartementsgebouw. Het gebouw mag ook niet-huishoudelijke lokalen bevatten.

De gemeenschappelijke aardverbinding mag ook gebruikt worden voor elke nieuwbouw van verscheidene individuele huizen en/of individuele appartementsgebouwen waarvoor de gemeenschappelijke funderingen bij de uitvoering van het ontwerp voorzien worden.

In aanvulling van de 1ste alinea, mag een gemeenschappelijke aardverbinding ook voor verschillende individuele wooneenheden gelegen in een vakantiedorp of campingterrein geplaatst worden, op voorwaarde dat deze wooneenheden behoren aan de eigenaar van het vakantiedorp of het campingterrein.
De installaties van niet-huishoudelijke lokalen gelegen op het vakantiedorp of campingterrein mogen ook op deze gemeenschappelijke aardverbinding aangesloten worden. Indien een van deze wooneenheden individueel wordt verkocht, dient deze te beschikken over een individuele aardverbinding. Deze mag aangesloten blijven op de gemeenschappelijke aardverbinding.

c.2. Technische voorwaarden

1° De gemeenschappelijke aardverbinding heeft een spreidingsweerstand kleiner dan 30 Ohm.

2° De gemeenschappelijke aardverbinding wordt verwezenlijkt conform de voorschriften van *punt b.*

3° Bij de plaatsing van een aardingslus onder de gemeenschappelijke funderingen moet deze op de bodem van de funderingssleuven van de buitenmuren van de verschillende gebouwen aangebracht zijn.

4° Een enkele aardingsonderbreker moet geïnstalleerd worden en deze moet bereikbaar blijven tijdens de levensduur van de aardverbinding voor alle eigenaars, beheerders of uitbaters die gebruik van de gemeenschappelijke aardverbinding maken en voor ieder persoon die werken of metingen op deze aardverbinding moet uitvoeren. Als een aardingslus gebruikt wordt en als deze uit meerdere met elkaar verbonden geleiders bestaat, moeten de uiteinden van elke geleider en hun verbindingen bereikbaar blijven onder dezelfde voorwaarden dan deze van de aardingsonderbreker. Als een door *punt b.* toegelaten ander systeem van aardverbinding (baren, pennen, …) gebruikt wordt, wordt deze laatste op een gemeenschappelijke en bereikbare plaats geïnstalleerd.

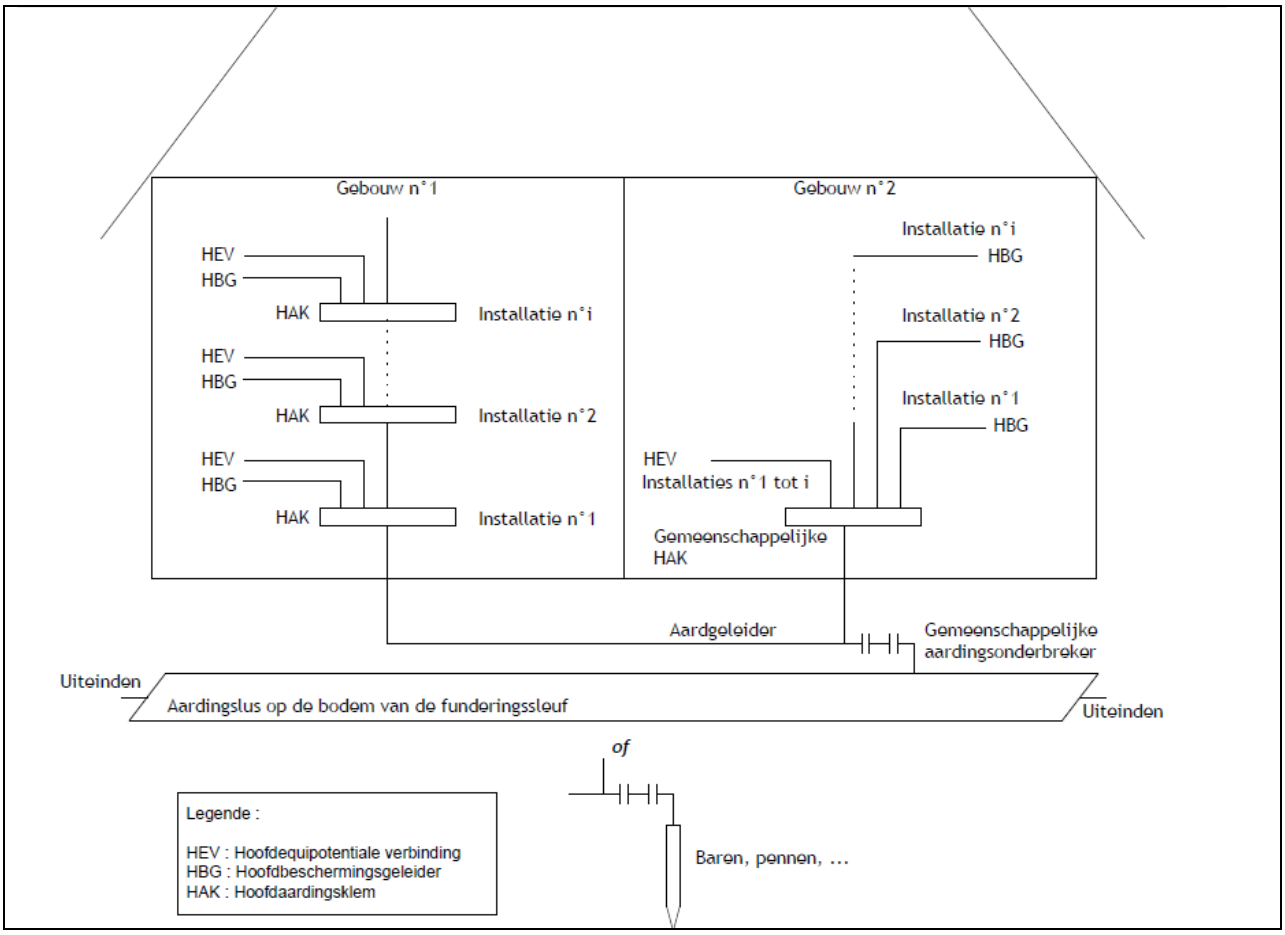
5° Voor de in de 2de alinea en de 3de alinea van *punt c.1.* bedoelde gevallen, is enkel de ster-verdeling van de aardgeleider tussen de gemeenschappelijke aardingsonderbreker en de hoofdaardingsklem(men) van elk gebouw toegelaten.

6° De gemeenschappelijke aardingsonderbreker moet als volgt duurzaam en onuitwisbaar gemarkeerd worden: « Gemeenschappelijke aardverbinding + *adressen van de betrokken installaties* ».

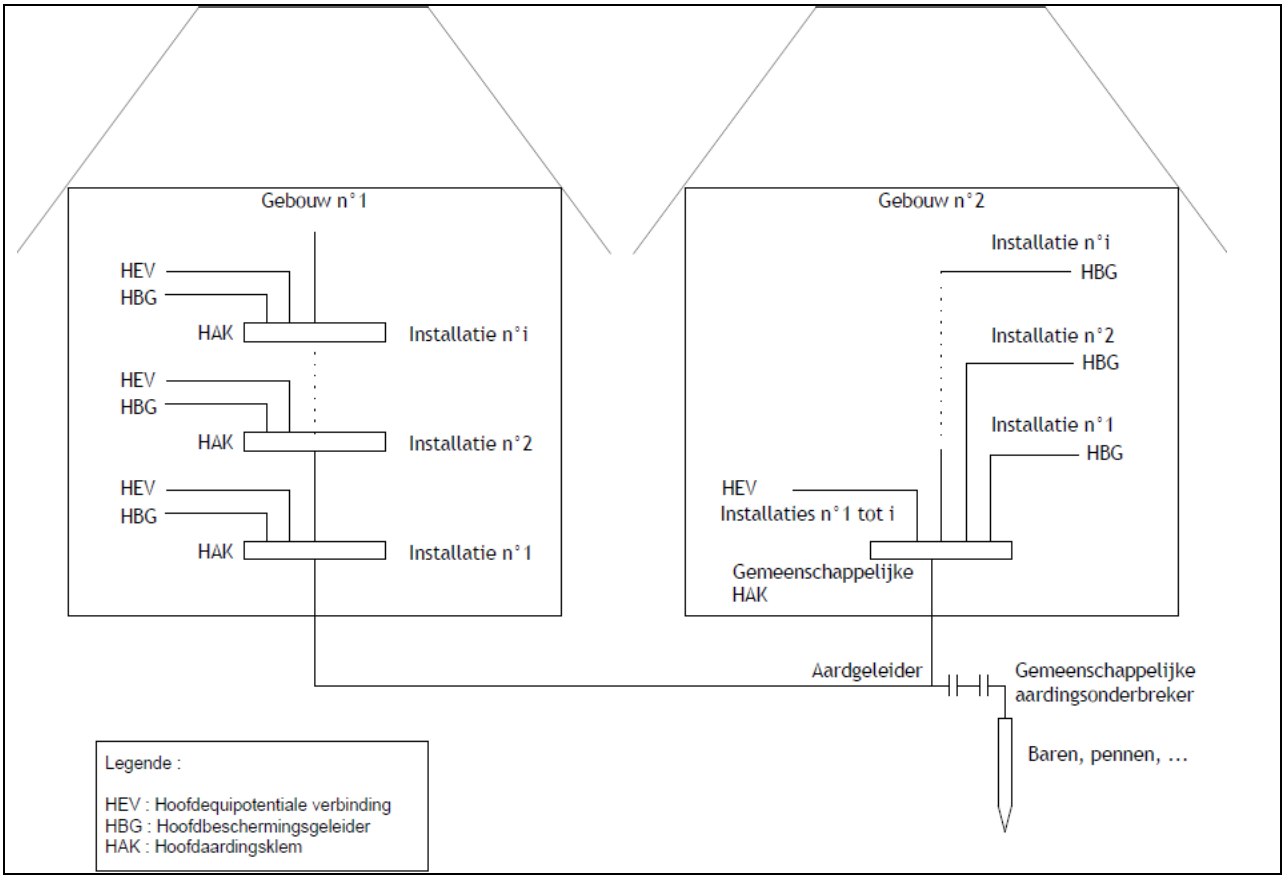
7° Het eendraadsschema en het situatieplan van elke elektrische installatie, die gebruik maakt van een gemeenschappelijke aardverbinding, moeten de aanwezigheid van een gemeenschappelijke aardverbinding en de plaats van de gemeenschappelijke aardingsonderbreker vermelden. Bij een gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname of een controlebezoek uitgevoerd door een erkend

organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.*, moet het verslag dat in het kader van de gelijkvormigheidscontrole of het controlebezoek is opgesteld, de aanwezigheid van een gemeenschappelijke aardverbinding en de eventuele inbreuken inzake de bereikbaarheid vermelden.

Figuur 5.32. Principeschema van de gemeenschappelijke aardverbinding (Gevallen bedoeld in punt c.1. 1ste en 2de alinea)



Figuur 5.33. Principeschema van de gemeenschappelijke aardverbinding (Geval bedoeld in punt c.1. 3de alinea)



Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider

De minimumdoorsnede van een aardgeleider, met inbegrip van de aardgeleider van het nulpunt, moet berekend worden zoals deze van een beschermingsgeleider.

Deze is ten minste gelijk aan:
- 16 mm² koperdoorsnede, indien zij voorzien is van een bekleding die tegen corrosie beschermt;
- 25 mm² koperdoorsnede, in de andere gevallen;
- 50 mm² bij aluminium of staal.

Blanke of geïsoleerde aluminiumgeleiders mogen niet ingegraven worden.

Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders

Als beschermingsgeleiders mogen gebruikt worden:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die zich in dezelfde elektrische leiding bevinden als de actieve geleiders van de installatie, voor zover zij op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de andere geleiders;
- al dan niet geïsoleerde metalen mantels of schermen van elektrische leidingen waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap. Het betreft hier in het bijzonder de buitenmantel van de gepantserde elektrische leidingen met minerale isolatie alsook de buizen, op voorwaarde dat de desbetreffende regels het voorzien. Zij mogen slechts gebruikt worden als beschermingsgeleider van de stroombanen waarvan ze deel uitmaken en de bekomen elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  metalen omhulsels van geprefabriceerde leidingen indien zij gelijktijdig voldoen aan de volgende voorwaarden:
  - hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden bij het vervaardigen en door middel van degelijke verbindingen;
  - hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  - andere beschermingsgeleiders moeten erop aangesloten kunnen worden;

- delen van omhulsels van geprefabriceerde schakel en verdeelinrichtingen, in de mate dat de desbetreffende regels het toelaten en mits eerbiediging van voornoemde voorwaarden;
- geleidende delen, zoals metalen gebinten, frames van machines en heftoestellen evenals waterleidingen van een privaat en onafhankelijk verdeelnet, wanneer zij geen deel uitmaken van installaties waarin de nulgeleider en de beschermingsgeleider dezelfde zijn (TN-C net) en wanneer zij tezelfdertijd voldoen aan volgende voorwaarden:
  - hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden door constructie of door middel van gepaste verbindingen;
  - hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  - zij mogen niet losgekoppeld worden zonder vervangende maatregelen toe te passen.

In huishoudelijke elektrische installaties mogen uitsluitend koperen beschermingsgeleiders gebruikt worden. Zij zijn zoveel mogelijk geïsoleerd.

Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De minimum doorsnede S_p van de beschermingsgeleider, in mm², moet ten minste gelijk zijn aan de waarde gegeven door volgende formule:

$$S_P = \frac{I}{\mathrm{k}} \cdot \sqrt{t}$$

waarin:

- *I*: de effectieve waarde van de foutstroom, in A, die door het beschermingstoestel kan vloeien bij een fout met een te verwaarlozen impedantie. Er moet rekening gehouden worden met het begrenzingsvermogen van het beschermingstoestel;
- *t*: de werkingstijd, in seconden, van het onderbrekingstoestel, met een maximumwaarde van 5 s;
- k: een constante, waarvan de waarde afhangt van de aard van het metaal van de beschermingsgeleider en van zijn isolatie, *aangeduid in tabel 5.9*.

Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders

k-waarden voor geïsoleerde beschermingsgeleiders die geen deel uitmaken van de kabels of voor blanke beschermingsgeleiders in contact met de bekleding van kabels			
Materiaal van de geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders of van de bekleding van kabels***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*143*	*176*	*160*
Aluminium	*95*	*116*	*110*
Staal	*52*	*64*	*60*
k-waarden voor beschermingsgeleiders die deel uitmaken van een meerdradige kabel			
Materiaal van de geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*115*	*143*	*134*
Aluminium	*76*	*94*	*89*
k-waarden voor blanke geleiders die geen enkel materiaal raken dat beschadigd kan worden door de maximum toegelaten temperatuur			
Materiaal van de geleider	***Plaatsingsomstandigheden***		
	Zichtbaar en in gereserveerde lokalen	*In gebouwen*	
		Zonder uitgesproken brandgevaar	*Met brandgevaar*
Koper	*228*	*159*	*138*
Aluminium	*125*	*105*	*91*
Staal	*82*	*58*	*50*

Het toepassen van de voornoemde formule voor het bepalen van de waarde van S_p is niet noodzakelijk indien de doorsnede van de geleiders beantwoordt aan de voorschriften van *tabel 5.10*.

Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is

Doorsnede van de geleiders van de installatie (S in mm²)	*Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider (S_p in mm²)*
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$0{,}5 \cdot S$

Wanneer de toepassing van deze regel tot een niet-genormaliseerde waarde leidt, moet een geleider gebruikt worden met een genormaliseerde doorsnede die het dichtst S_p benadert.

De aldus vastgestelde waarden gelden slechts indien de beschermingsgeleiders uit hetzelfde metaal zijn vervaardigd als de actieve geleiders. Indien dit niet het geval is moet de doorsnede van de beschermingsgeleiders zo bepaald worden dat hun geleidingsvermogen gelijkwaardig is aan dit, verkregen door toepassing van de minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider zoals deze bekomen wordt door toepassing van de tabel.

Wanneer de beschermingsgeleider geen deel uitmaakt van de elektrische voedingsleiding moet zijn doorsnede S_P ten minste gelijk zijn aan:
- 2,5 mm² wanneer hij mechanisch beschermd is;
- 4 mm² wanneer hij mechanisch niet beschermd is.

De minimale doorsnede van de hoofdbeschermingsgeleider wordt als deze van een beschermingsgeleider berekend.

Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders

Wanneer de beschermingsgeleider, die al of niet deel uitmaakt van de kabel, voorzien is van een isolatie moet deze een geelgroene kleur hebben zoals voorgeschreven is in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Het merken met deze kleur van een geleider van de vlakke snoeren, met 3 geleiders en zonder bijkomende mantel, is niet noodzakelijk. In dit geval vervult de middelste geleider de functie van beschermingsgeleider, indien de beschouwde stroombaan een beschermingsgeleider bevat.

Bij de voorgebundelde leidingen, waarvan de isolatie weerstaat aan de weersinvloeden, mag het merken gebeuren op een andere manier dan door kleuring.

Wanneer de elektrische leidingen van zulk een type zijn dat het onmogelijk is ze te voorzien van een isolatie met geel-groene kleur, dan mag de aanduiding van de beschermingsgeleider gebeuren met een andere kleur dan de geel-groene, op voorwaarde dat ze niet blauw is en verschilt van de enige kleur van de fasegeleiders.

Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

De verbindingen moeten verwezenlijkt worden op een veilige wijze en volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit

Behoudens andersluidend voorschrift, mag geen enkel scheidingstoestel zoals smeltveiligheid, schakelaar of scheidingsschakelaar worden aangebracht in de beschermingsgeleider.

Om de meting van de spreidingsweerstand van de aardverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk een aardingsonderbreker te voorzien zoals een klem of strip, die slechts met gereedschap losgemaakt kan worden.

Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel

Elektrische machines en toestellen van de klasse I moeten voorzien zijn van een klem waaraan de beschermingsgeleider kan verbonden worden.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

Voor huishoudelijke ruimten moeten de elektrische leidingen, met uitzondering van deze die eindigen in de schakelaars, deze op zeer lage veiligheidsspanning en deze stroomopwaarts van de algemene differentieelstroominrichting(en), een beschermingsgeleider bevatten. De schakelaars van het huishoudelijke type moeten beantwoorden hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen

Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De hoofdequipotentiale geleider moet ten minste een doorsnede hebben die gelijk is aan de helft van de grootste beschermingsgeleider van de installatie, de aardgeleider uitgezonderd, met een minimum koperdoorsnede van 6 mm^2.

Nochtans mag de doorsnede beperkt worden tot:
- 25 mm^2 indien de geleider uit koper is;
- een gelijkwaardige doorsnede indien het een ander metaal betreft.

b. Uitvoering

De hoofdequipotentiale geleider voldoet aan de voorschriften betreffende de beschermingsgeleider. Hij moet overeenkomstig dezelfde voorschriften geïnstalleerd en aangesloten worden (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De hoofdequipotentiale geleider is voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De doorsnede van de geleiders van de bijkomende equipotentiale verbinding moet ten minste gelijk zijn aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm^2 wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
  4 mm^2 wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b. Uitvoering

De bijkomende equipotentiale geleiders moeten geplaatst en verbonden worden overeenkomstig de voorschriften van toepassing op beschermingsgeleiders (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De bijkomende equipotentiale geleiders zijn voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

c. Doeltreffendheidsonderzoek

Bij twijfel moet de doeltreffendheid van de bijkomende equipotentiale verbinding nagegaan worden door er zich van te vergewissen dat de impedantie, tussen om het even welke beschouwde massa en elke andere massa of geleidend deel dat gelijktijdig genaakbaar is, kleiner is dan of gelijk is aan U/I_a, waarin:
- U: de vermoedelijke contactspanning;
- I_a: de aanspreekstroom van het beschermingstoestel binnen een tijd, bepaald door de veiligheidscurve, in functie van de waarde van de vermoedelijke contactspanning.

Indien het onderzoek uitgevoerd wordt tussen twee massa's gevoed door verschillende stroombanen, moet men er zich eveneens van vergewissen dat voornoemde voorwaarde wordt nageleefd voor de beschermingstoestellen van elk van de betrokken stroombanen.

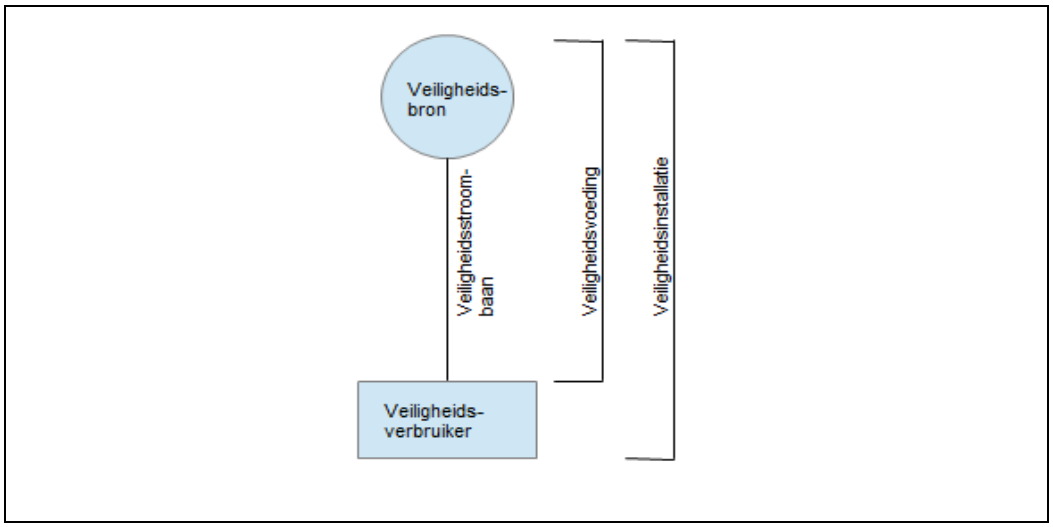
Hoofdstuk 5.5. Veiligheidsinstallaties

Afdeling 5.5.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften betreffende de keuze en het gebruik van de veiligheidsinstallaties.

De veiligheidsinstallatie kan in het algemeen volgens *figuur 5.34.* aangegeven worden.

Figuur 5.34. Principe van een veiligheidsinstallatie



De specifieke voorschriften, die in een ander referentiekader beschreven worden, mogen afwijken van deze van dit hoofdstuk, als de veiligheidsinstallatie aan het geheel van de eisen van dit ander referentiekader beantwoordt. De specifieke voorschriften van dit hoofdstuk die niet door dit referentiekader gedekt worden, blijven van toepassing. De verplichting om ten minste aan de wettelijke eisen te beantwoorden blijft steeds geldig.

Men verstaat onder ander referentiekader:
- hetzij een wettelijke eis van toepassing in België;
- hetzij een technische norm die door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd is.

De uitbater of zijn afgevaardigde moet een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties uitvoeren. Deze bevat ten minste:
- de bepaling van de veiligheidsinstallaties;
- de bepaling van de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker;
- de bepaling van de kenmerken van de veiligheidsbronnen.

De maatregelen, die in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties genomen zijn, zijn in de lijst met de veiligheidsinstallaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.5.* onder:
- redundante veiligheidsverbruikers: het gebruik van meerdere veiligheidsverbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante veiligheidsverbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een veiligheidsinstallatie te voeden en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald.

Afdeling 5.5.2. Doelen

Het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie moet gegarandeerd worden:

- bij het uitvallen van de normale bron;
- bij een brand;
- bij een elektrische fout.

Om aan deze voorwaarden te voldoen, is het noodzakelijk om specifieke elektrische bronnen, materialen, stroombanen en elektrische leidingen te kiezen.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Afdeling 5.5.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties

Worden bepaald als veiligheidsinstallaties:
- deze die in de wettelijke eisen opgelegd worden, zoals vastgesteld in *afdeling 5.5.1.*;
- en deze die op basis van een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald worden.

Per definitie vallen de verbruikers met positieve veiligheid niet onder de veiligheidsinstallaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst met de veiligheidsinstallaties op. Deze lijst vermeldt voor elke veiligheidsinstallatie de referentie (risicoanalyse of wettelijke eisen).

De veiligheidsinstallaties worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 5.5.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers

De tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker wordt bepaald:
- hetzij door een referentiekader zoals vastgesteld in *afdeling 5.5.1.*;
- hetzij door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties.

De lijst met de veiligheidsinstallaties vermeldt voor elke veiligheidsverbruiker hun tijd van functiebehoud.

Afdeling 5.5.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron

Onderafdeling 5.5.5.1. Veiligheidsverbuikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bron die in de veiligheidsverbruiker geïntegreerd is, moet automatisch worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron. Deze bron moet een werkingstijd garanderen die ten minste gelijk is aan de tijd van functiebehoud bepaald in *afdeling 5.5.4.*

De risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties of eventuele referentiekaders bepalen de noodzaak:
- om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten.

De uitbater moet de correcte werking van de geïntegreerde veiligheidsbron van de veiligheidsverbruiker garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Hij moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren en hij moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.5.5.2. Veiligheidsverbuikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Voor de veiligheidsbronnen bepaalt de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties ten minste:
- hun aantal;
- hun plaatsing;
- hun inschakeltijd;
- de plaats van de spanningsmetingen voor de automatische omschakeling (waarbij rekening wordt gehouden met de frequentieschommelingen of spanningsdalingen);
- de noodzaak om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld

worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten;
- de volgorde van de inschakeling van het geheel van de veiligheidsbronnen.

De toegelaten bronnen zijn de volgende:
- herlaadbare batterijen;
- niet-herlaadbare batterijen;
- stroomgeneratoren die onafhankelijk van de normale bron zijn;
- ononderbreekbare voedingsbronnen (ook genoemd uninterruptible power supply).

Men verstaat onder veiligheidsbron: een veiligheidsbron of een geheel van veiligheidsbronnen.

De veiligheidsbron moet automatisch en volgens de volgorde bepaald in de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron.

De veiligheidsbron moet op een vaste standplaats geïnstalleerd worden, zodanig dat hij niet door het uitvallen van de normale bron kan beïnvloed worden.

De veiligheidsbron moet de tijd van functiebehoud garanderen voor elke veiligheidsverbruiker die aan hem aangesloten wordt.

De veiligheidsbron moet in een geschikte en uitsluitend daarvoor bestemde ruimte geïnstalleerd zijn. De ruimte is alleen toegankelijk voor gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De veiligheidsbron moet worden ontworpen en geïnstalleerd opdat de risico's op een brand, een overstroming, vorst of vandalisme en andere nadelige omstandigheden die de beschikbaarheid van de veiligheidsvoeding kunnen verstoren, worden beperkt.

De plaats van de veiligheidsbron moet behoorlijk geventileerd worden opdat de geproduceerde gassen en rook zich niet naar lokalen die toegankelijk zijn voor personen, kunnen verspreiden.

Afzonderlijke aansluitingen, onafhankelijk van elkaar en gevoed door het distributienet (laagspanning of hoogspanning) worden niet als veiligheidsbron toegelaten.

Het vermogen van de veiligheidsbron is dusdanig dat het opstarten en het werken van de veiligheidsverbruikers aangesloten aan de veiligheidsbron onder de meest ongunstige omstandigheden gegarandeerd zijn. Een veiligheidsbron mag ook, met of zonder afschakeling, gebruikt worden voor verbruikers die geen veiligheidsverbruikers zijn, op voorwaarde dat zijn beschikbaarheid voor de veiligheidsverbruikers niet nadelig beïnvloed wordt.

De uitbater moet de correcte werking van de veiligheidsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de veiligheidsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, … De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. Een omschakelingstest onder belasting moet ten minste een keer per jaar uitgevoerd worden. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Afdeling 5.5.6. Maatregelen te nemen bij een brand

Onderafdeling 5.5.6.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers en hun stroombanen (schakel- en verdeelborden en elektrische leidingen) is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.5.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze elektrische leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De *onderafdelingen 5.5.6.2.* tot *5.5.6.4.* zijn van toepassing voor de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombanen.

De onafhankelijke beschermingsgeleiders en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.5.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze elektrische leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

Onderafdeling 5.5.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Elk lokaal waarin een niet-geïntegreerde veiligheidsbron geïnstalleerd wordt, moet ten opzichte van de belendende lokalen een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die hij voedt. De rookafvoer- en verluchtingskanalen dienen eveneens een brandweerstand te bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van brandweerstand van het lokaal van de veiligheidsbron, wanneer deze kanalen andere lokalen doorlopen dan het lokaal van de veiligheidsbron.

Onderafdeling 5.5.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd)

De veiligheidsborden:
- ofwel ze zijn ondergebracht in uitsluitend voor dit doel bestemde lokalen, met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden;
- ofwel ze bezitten een brandweerstand (met inbegrip van hun toebehoren) gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden.

De lokalen en de veiligheidsborden zijn alleen toegankelijk voor het gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel.

De schikkingen van de twee eerste alinea's zijn niet van toepassing op de bedieningsborden en/of de signalisatieborden die omwille van andere veiligheidsredenen toegankelijk moeten blijven (bijvoorbeeld: bedienings- en signalisatiepaneel voor de branddetectie).

In afwijking van de verplichting van de uitsluitend bestemde lokalen voor de niet-geïntegreerde veiligheidsbron (*onderafdeling 5.5.5.2.* 7de alinea) en voor de veiligheidsborden (*onderafdeling 5.5.6.3.* 1ste alinea), is het toegelaten dat een veiligheidsbron en de veiligheidsborden in hetzelfde lokaal worden geïnstalleerd. Dit lokaal moet een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die de veiligheidsbron en de veiligheidsborden voeden.

Het is toegelaten om andere stroombanen dan veiligheidsstroombanen in de veiligheidsborden te installeren, indien
- het brandwerende veiligheidsborden betreft; en
- de niet-veiligheidsstroombanen van de veiligheidsstroombanen worden afgeschermd door een tussenschot waarvan de brandweerstand gelijk aan deze van het veiligheidsbord is.

Onderafdeling 5.5.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

Om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers en de veiligheidsborden te bekomen, zijn de elektrische leidingen van hun veiligheidsstroombanen:
- hetzij niet-redundant en met een brandweerstand (zie *punt b.*);
- hetzij redundant (zie *punt c.*).

Als de elektrische leiding van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord een brandweerstand bezit, is het volgend voorschrift van toepassing:
- bij het gebruik van aftakdozen op het traject van de elektrische leiding, moeten deze een brandweerstand hebben gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord, die/dat door de elektrische leiding gevoed wordt.

In uitsluitend voor de veiligheidsbron en het veiligheidsbord bestemde lokalen, met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden, is de brandweerstand van de elektrische leidingen van een veiligheidsstroombaan in deze lokalen niet vereist, op voorwaarde dat de totale lengte van de elektrische leidingen van deze veiligheidsstroombaan in deze lokalen 10 meter niet overschrijdt.

In de compartimenten (buiten in de vorige alinea bedoelde lokalen) waarin een veiligheidsverbruiker wordt geïnstalleerd, is de brandweerstand van de elektrische leiding(en) van de eindveiligheidsstroombaan van deze veiligheidsverbruiker in deze compartimenten niet vereist, op voorwaarde dat:
- de totale lengte van de elektrische leiding(en) van deze eindveiligheidsstroombaan in deze

compartimenten 10 meter niet overschrijdt; en
- de veiligheidsverbruiker geen brandweerstand bezit.

De brandweerstand van de interne bekabeling van het veiligheidsbord is niet vereist.

b. Niet-redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen met een brandweerstand

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door een niet-redundante elektrische leiding gevoed wordt, zijn de geïsoleerde geleiders, de kabels en hun toebehoren:
- ofwel van het type met kenmerk FR2 in overeenstemming met de *tabel 4.8.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* of equivalent hiermee, met een gewaarborgd functiebehoud zoals bepaald in *afdeling 5.5.4.;*
- ofwel ondergebracht in aanlegsystemen beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.5.4.;*
- ofwel verzonken in vloeren en muren beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.5.4.;*
- ofwel ingegraven.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de brandweerstand voor het functiebehoud hebben en de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten. De classificatie m.b.t. de brandreactie van *tabel 4.7.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* is ook van toepassing.

De plaatsing en de installatie van de elektrische leidingen en hun bevestigingen moeten het functiebehoud van de veiligheidsstroombaan garanderen.

In lange verticale installaties moeten de bevestigingen van de elektrische leidingen garanderen dat de elektrische leidingen bij brand niet vroegtijdig wegzakken.

Er wordt rekening gehouden met de mogelijke negatieve invloed van de plaatsing van andere installaties (elektrisch en niet-elektrisch), die geen veiligheidsinstallaties zijn en die in de nabijheid van de veiligheidsinstallaties worden geplaatst. Voorbeeld van een situatie die moet vermeden worden: een kabelgoot zonder het kenmerk FR2 die boven een kabelgoot met het kenmerk FR2 geplaatst wordt en die op deze laatste kan vallen bij een brand.

Om de doorsnede van de geleiders te berekenen, moeten de verhoging van de weerstand van de geleiders van de elektrische leiding evenals de verzwakking van elk transmissiesignaal in rekening worden gebracht ten gevolge van de temperatuursverhoging bij een brand. Er wordt rekening gehouden met het compartiment waarin zich de grootste spanningsval in de elektrische leiding van de veiligheidsstroombaan bevindt. Het is toegelaten om rekening te houden met de invloed van de eventuele brandbeschermingsmiddelen geïnstalleerd in het compartiment (bv: sprinkler). De maximale verhoging van de omgevingstemperatuur bij een brand wordt bepaald door de uitbater volgens de gestandaardiseerde temperatuur-tijd curve die de duur van de brandweerstand van de bouwelementen bepaalt. Deze hangt af van de tijd van functiebehoud bepaald *in afdeling 5.5.4.* De doorsnede van de geleiders van de elektrische leiding kan volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden.

c. Redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door meerdere elektrische leidingen (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) gevoed wordt en als elke elektrische leiding in afzonderlijke compartimenten loopt met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van het/de door de redundante elektrische leidingen gevoede veiligheidsbord of veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van de elektrische leidingen niet vereist in deze compartimenten

d. Bijzondere gevallen

In geval van de redundante veiligheidsverbruiker (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) en als elke elektrische leiding naar een redundante veiligheidsverbruiker loopt door afzonderlijke compartimenten met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de door de elektrische leiding gevoede veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van elke elektrische leiding niet vereist in deze compartimenten.

Afdeling 5.5.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout

Onderafdeling 5.5.7.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bescherming tegen overbelasting, kortsluiting en onrechtstreekse aanraking van de stroombanen van de veiligheidsverbruikers moet de beschermingsmaatregelen van de *hoofdstukken 4.2.* (bescherming tegen elektrische schokken) en *4.4.* (elektrische bescherming tegen overstroom) respecteren.

De goede werking van een stroombaan met veiligheidsverbruikers mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De *onderafdelingen 5.5.7.2.* tot *5.5.7.5.* zijn van toepassing voor de maatregelen te nemen bij een elektrische fout in een veiligheidsstroombaan.

Onderafdeling 5.5.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen

De goede werking van een veiligheidsstroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die niet ontworpen zijn om in parallel te werken:
- voorzieningen zijn aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- zijn de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De veiligheidsverbruikers mogen over een of meerdere veiligheidsborden verdeeld worden.

De hoofdveiligheidsborden waaraan de veiligheidsverbruikers of de secundaire veiligheidsborden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de veiligheidsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de veiligheidsverbruikers rechtstreeks door het laagspanningshoofdbord en/of door de veiligheidsbron gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

De redundante veiligheidsverbruikers en de redundante elektrische leidingen worden beschermd door individuele beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.5.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een eindveiligheidsstroombaan een elektrische motor van een veiligheidsinstallatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde dat:
   - hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
   - hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor het RWA-systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.5.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Als een veiligheidsstroombaan meerdere veiligheidsverbruikers voedt, moet een kortsluitisolator op het niveau van elke veiligheidsverbruiker voorzien worden om het uitvallen van de voeding van alle veiligheidsverbruikers gevoed door dezelfde stroombaan te vermijden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeelden: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.5.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een veiligheidsverbruiker niet door een eerste aardfout in de eindveiligheidsstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de veiligheidsbron en de normale bron. De maatregelen van *punt b.* zijn van toepassing.

Voor de elektrische installaties in wooneenheden die aan de voorschriften van de bescherming van stroombanen in het algemeen moeten beantwoorden (*punt b.* van *onderafdeling 4.2.4.3.*), is de tweede alinea van *punt a.* niet van toepassing.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

b. Te nemen beschermingsmaatregelen

b.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.5.3., 4.2.5.4.* en *4.2.5.5.*);
5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de veiligheidsinstallatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de veiligheidsverbruikers die alleen in geval van noodsituaties werken (voorbeeld: RWA systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand), een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de eindveiligheidsstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de veiligheidsverbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

b.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante veiligheidsverbruikers (zie *afdeling 5.5.1.*).

Wat betreft de redundante veiligheidsverbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

b.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten b.1.* en *b.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten b.1.* en *b.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de veiligheidsstroombanen niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* en *4.2.2.4.*

Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.

2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Afdeling 5.5.8. Bijzondere voorschriften

a. **Markeringen**

Markeringen laten toe om de bestemming van veiligheidsinstallaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de veiligheidsborden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;
- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdsckalel en -verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron;
- de draagstellen van de elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen;
- de veiligheidsverbruikers.

Worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld: «VEILIGHEIDSINSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN.»:
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;
- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdschakel- en verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

b. Andere voorschriften

De materialen van de veiligheidsinstallaties moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen mogen alleen de geleiders van de veiligheidsstroombanen bevatten.

Hoofdstuk 5.6. Kritische installaties

Afdeling 5.6.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften inzake de keuze en het gebruik van de kritische installaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de kritische installaties op basis van een risicoanalyse. Hij stelt de lijst met de kritische installaties op. De maatregelen genomen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties zijn in de lijst met de kritische installaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de kritische installaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar. Deze worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Kunnen worden beschouwd als kritische installaties: productielijn, serverlokaal, controlezaal, gebouw voor industriële veehouderij, …

Om het functiebehoud van een kritische installatie te garanderen, kan de uitbater of zijn afgevaardigde, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, andere maatregelen dan deze van dit hoofdstuk nemen en waarvoor hij ze voldoende acht. Bijvoorbeelden: de melding van het eventuele stoppen van de installatie, organisatorische maatregelen, het gebruik van beschermingsinrichtingen met automatische wederinschakeling (*onderafdeling 5.3.3.5.*), …

Er moet vooral rekening gehouden worden met het functiebehoud bij een elektrische fout. De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de noodzaak aan maatregelen bij het uitvallen van de normale bron en/of bij een brand.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de kritische installatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.6.* onder:
- redundante kritische verbruikers: het gebruik van meerdere kritische verbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante kritische verbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een kritische installatie te voeden en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald.

Afdeling 5.6.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

Onderafdeling 5.6.2.1. Algemeenheden

De kritische verbruikers mogen over een of meerdere schakel- en verdeelborden verdeeld worden (in dit Boek kritische borden genoemd).

Het is toegelaten om kritische stroombanen in veiligheidsborden te plaatsen, op voorwaarde dat de in *hoofdstuk 5.5.* opgenomen voorschriften van de veiligheidsborden worden gerespecteerd. Het betrokken bord moet als een veiligheidsbord beschouwd worden.

De kritische hoofdborden waaraan de kritische verbruikers of de kritische secundaire borden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de eventuele niet-geïntegreerde vervangingsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de kritische verbruikers rechtstreeks door de niet-geïntegreerde vervangingsbron en/of door het laagspanningshoofdbord gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

Onderafdeling 5.6.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen bij de keuze en het gebruik van een vervangingsbron om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen. Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen voor de veiligheidsbronnen (*afdeling 5.5.5.*): type, kenmerken, plaats, toegankelijkheid, inschakeling, vermogen, test …

Indien een niet-geïntegreerde vervangingsbron gebruikt wordt, zijn de volgende voorschriften altijd van toepassing:

1° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die niet ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- voorzieningen zijn aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

2° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de tijd van functiebehoud van elke kritische verbruiker op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties. De lijst met de kritische installaties vermeldt de tijd van functiebehoud voor elke veiligheidsverbruiker.

De uitbater moet de correcte werking van de vergangingsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld voor de niet-geïntegreerde vervangingsbron: de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de vervangingsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, de omschakelingstest onder belasting ten minste een keer per jaar… De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de kritische installaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.6.2.3. Bij een brand

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen te nemen bij een brand om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen.

Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen bij een brand (*afdeling 5.5.6.*): brandweerstand van de bron, de schakel- en verdeelborden, de elektrische leidingen, …

Onderafdeling 5.6.2.4. Bij een elektrische fout

a. Algemeenheden

De goede werking van een kritische stroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

De redundante kritische verbruikers en de redundante elektrische leidingen worden door een individuele beschermingsinrichting beschermd.

b. Bescherming tegen overbelasting

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een kritische eindstroombaan een elektrische motor van een kritische installatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde

dat:
- hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
- hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor de ventilatie van een gebouw voor industriële veehouderij.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

c. Bescherming tegen kortsluiting

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bij voorbeelden: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

d. Bescherming tegen aardfouten in de kritische stroombanen

d.1. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een kritische verbruiker niet door een eerste aardfout in de kritische eindstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de niet-geïntegreerde vervangingsbron (indien van toepassing) en de normale bron. De maatregelen van *punt d.2.* zijn van toepassing.

Voor de elektrische installaties in wooneenheden die aan de voorschriften van de bescherming van stroombanen in het algemeen moeten beantwoorden (*punt b.* van *onderafdeling 4.2.4.3.*), is de tweede alinea van *punt d.1.* niet van toepassing. Dat vereist het gebruik van kritische verbruikers met een geïntegreerde vervangingsbron of met een niet-geïntegreerde vervangingsbron.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

d.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

d.2.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.5.3., 4.2.5.4.* en *4.2.5.5.*);
5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de kritische installatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de kritische verbruikers die noch permanent noch tijdens lange perioden werken, een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de kritische eindstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de kritische verbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

d.2.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante kritische verbruikers (zie *afdeling 5.6.1.*).

Wat betreft de kritische verbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

d.2.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten d.2.1.* en *d.2.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten d.2.1.* en *d2.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de kritische stroombanen niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* en *4.2.2.4.*

   Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.
2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de kritische verbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Onderafdeling 5.6.2.5. Bijzondere voorschriften

a. Markeringen

Markeringen laten toe om de bestemming van kritische installaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de kritische borden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen;
- de kritische verbruikers.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Alle bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld : « KRITISCHE INSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN. »

b. Andere voorschriften

De materialen van de kritische stroombanen, met inbegrip van de elektrische leidingen, moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de kritische stroombanen mogen alleen de geleiders van de kritische stroombanen bevatten.

Deel 6. Controles van installaties

HOOFDSTUK 6.1. INLEIDING 183

HOOFDSTUK 6.2. TOEPASSINGSGEBIED 183

HOOFDSTUK 6.3. ERKENDE ORGANISMEN 183

Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning 183

Afdeling 6.3.2. Definities 183

Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden 183

Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden 183

Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval 184

Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure 184

Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning 184

Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers 184

Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria 185

Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht 186

Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties 186

Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten 186

HOOFDSTUK 6.4. GELIJKVORMIGHEIDSCONTROLE VÓÓR DE INGEBRUIKNAME 187

Afdeling 6.4.1. Algemeenheden 187

Afdeling 6.4.2. Administratieve controles 187

Afdeling 6.4.3. Visuele controles 187

Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving 187

Afdeling 6.4.5. Controles door meting 187

Onderafdeling 6.4.5.1. Isolatiemeting 187

Onderafdeling 6.4.5.2. Meting van de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen ... 188

Afdeling 6.4.6. Verslagen 188

Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden 188

Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van een nieuwe elektrische installatie 188

Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar 188

Onderafdeling 6.4.6.4. Inhoud van het verslag van de gelijkvormigheidscontrole voor huishoudelijke installaties 188

Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole voor niet huishoudelijke installaties 189

Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname 190

Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen 190

Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie 190

Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding 190

HOOFDSTUK 6.5. CONTROLEBEZOEKEN 191

Afdeling 6.5.1. Algemeenheden 191

Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken 191

Afdeling 6.5.3. Administratieve controles 191

Afdeling 6.5.4. Visuele controles 191

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving 191

Afdeling 6.5.6. Controles door meting 191

Afdeling 6.5.7. Verslagen 191

Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden 191

Onderafdeling 6.5.7.2. Inhoud van het verslag van het controlebezoek voor huishoudelijke

installaties 192
Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek voor niet-huishoudelijke installaties 193

Hoofdstuk 6.1. Inleiding

Dit deel betreft de controles volgens de voorschriften van dit Boek, de op te stellen verslagen bij deze controles, evenals de voorwaarden waaraan de erkende organismen moeten voldoen.

Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied

De controles hebben betrekking op elektrische installaties op lage of zeer lage wissel-of gelijkspanning met inbegrip van de gebruikstoestellen op hoogspanning die door een laagspanningsnet gevoed worden en waarvan het vermogen van het hoogspanningsgedeelte 500 VA niet overtreft. Voor de ontladingslampen van lichtgevende uithangborden echter wordt de limiet van 500 VA verlaagd tot 200 VA.

Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen

Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning

Organismen worden erkend door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, voor het uitvoeren:
- van de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en van de controlebezoeken van de elektrische installaties zoals voorzien in *hoofdstukken 6.4.* en *6.5.*;
- van de controles van de elektrische installaties zoals voorzien in hoofdstuk V van boek III, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen,

en dit overeenkomstig de bepalingen van dit hoofdstuk.

Afdeling 6.3.2. Definities

Technisch verantwoordelijke: een binnen het erkend organisme aangeduid persoon die belast is met de technische leiding van het erkend organisme;

Habilitatieverklaring: schriftelijke verklaring van het erkend organisme waarbij het de geschiktheid van een agent-bezoeker erkent om in één of meerdere gespecificeerde activiteitsdomeinen autonoom gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of controlebezoeken uit te voeren;

Minister: de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft;

Bestuur: de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie;

Commissie: de Commissie van Advies en Toezicht voorzien in *afdeling 6.3.8.*;

Toezichthoudende overheden: de overheden bedoeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.9.*

Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden

Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden

a. Het erkend organisme moet:
   - rechtspersoonlijkheid hebben onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk;
   - geaccrediteerd zijn overeenkomstig de criteria van de norm NBN EN ISO/IEC 17020 door het Belgisch accreditatiesysteem bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek VIII, Titel 2. *Accreditatie van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling* of door een equivalent accreditatieorganisme binnen de Europese Economisch Ruimte. Deze accreditatie beoogt de kennis van de Belgische reglementering van toepassing op elektrische installaties vast te stellen;
   - beantwoorden als keuringsinstelling van type A aan de eisen er op van toepassing volgens de norm NBN EN ISO/IEC 17020.

b. De technisch verantwoordelijke:
   - is houder hetzij van een diploma van burgerlijk of industrieel ingenieur hetzij van een diploma van master in de ingenieurswetenschappen of master in de industriële wetenschappen uitgereikt door een Belgische inrichting van hoger onderwijs of houder van een buitenlands diploma dat erkend werd als gelijkwaardig overeenkomstig de ter zake van toepassing zijnde reglementering;
   - beschikt over een aangepaste wetenschappelijke en beroepservaring om het erkend organisme met de nodige deskundigheid te kunnen leiden.

c. De technisch verantwoordelijke en de agenten-bezoekers moeten met het erkend organisme verbonden zijn door middel van een arbeidsovereenkomst van onbepaalde duur.

Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval

a) De controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst of in een rechtspersoon van publiek recht, die niet zijn opgericht onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk, moeten aan de erkenningsvoorwaarden van *punten a.,* tweede streepje en *b.* tot *c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* voldoen.
b) Voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst is de erkenningsvoorwaarde van *punt c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* niet van toepassing.

Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure

a) De aanvraag tot erkenning wordt gericht aan het Bestuur per aangetekend schrijven. Zij heeft betrekking op één of meer van de hiernavolgende activiteitsdomeinen:
   - huishoudelijke installaties op lage en zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;
   - installaties in zones met ontploffingsgevaar bedoeld in de Boeken 1, 2 en 3;
   - installaties op laagspanning en zeer lage spanning niet omschreven in de voornoemde domeinen bedoeld in de Boeken 1 en 3;
   - hoogspanningsinstallaties (uitgezonderd hoogspanningsluchtlijnen) bedoeld in de Boeken 2 en 3;
   - hoogspanningsluchtlijnen (uitgezonderd de controle door thermografie bedoeld in het Boek 3) bedoeld in het Boek 3;
   - controle door thermografie van hoogspanningsluchtlijnen bedoeld in het Boek 3
b) Bij de aanvraag worden de volgende documenten gevoegd:
   1. het afschrift van het diploma van de technisch verantwoordelijke;
   2. het curriculum vitae van de technisch verantwoordelijke;
   3. het afschrift van de statuten van het organisme;
   4. het afschrift van het accreditatiecertificaat en het bijhorende accreditatiedomein;
   5. een verklaring dat de burgerlijke aansprakelijkheid van het organisme zal worden gedekt door een verzekeringscontract. Na het verkrijgen van de erkenning, en vóór aanvang van de controlewerkzaamheden, dient het bewijs van deze dekking aan het bestuur te worden voorgelegd;
   6. de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.*
c) Om te oordelen of het organisme over de nodige bekwaamheid beschikt voor het uitvoeren van de controles, kan het bestuur audits laten uitvoeren door zijn deskundigen.
d) De erkenningsaanvraag wordt onderzocht door het bestuur dat binnen zestig dagen een advies uitbrengt:
   - in geval van gunstig advies wordt de aanvrager hierover ingelicht en het dossier wordt aan de Commissie overgemaakt;
   - in geval van ongunstig advies wordt de aanvrager hiervan bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij het bestuur bij aangetekend schrijven een gemotiveerde aanvraag tot heronderzoek in te dienen. Indien binnen deze termijn dit heronderzoek niet werd aangevraagd, wordt het dossier als afgesloten beschouwd. In het tegenovergestelde geval wordt het dossier overgemaakt aan de Commissie.

   De Commissie brengt binnen zestig dagen na ontvangst van het dossier haar advies uit. Indien deze termijn overschreden wordt, wordt de Commissie geacht zich aan te sluiten bij het advies van het Bestuur.
e) In geval van gunstig advies van de Commissie legt het bestuur het voorstel tot erkenning binnen dertig dagen, voor beslissing, voor aan de Minister.
f) In geval van ongunstig advies van de Commissie wordt de aanvrager hiervan binnen de dertig dagen bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij de Minister bij aangetekend schrijven een vraag tot nieuw onderzoek in te dienen.
   Het Bestuur brengt zijn advies over dit beroep uit en maakt het dossier binnen zestig dagen voor beslissing over aan de Minister.
g) De erkenningsduur is beperkt tot vijf jaar. De erkenning is hernieuwbaar overeenkomstig *afdeling 6.3.5.*

Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning

De aanvraag tot hernieuwing van de erkenning wordt bij aangetekend schrijven gericht aan het bestuur ten minste zes maanden voor het verstrijken van de geldigheidstermijn van de erkenning. Zij omschrijft het activiteitsdomein en bevat de lijst van de gehabiliteerde agenten-bezoekers.

De procedure van de *punten c., d., e., f.* en *g.* van *afdeling 6.3.4.* is erop van toepassing.

Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers

a) Het erkend organisme adresseert aan het bestuur de habilitatieverklaring van elke nieuwe agent-bezoeker evenals bij de uitbreiding van het activiteitsdomein van een in functie zijnde agent-bezoeker.
b) Voor de nieuwe agenten-bezoekers worden bij de verklaring de volgende documenten gevoegd:
   - het afschrift van hun einddiploma;
   - hun curriculum vitae;

- het afschrift van het aanwervingscontract (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst).

c) Het bestuur kan vragen dat de agent-bezoeker het bewijs levert dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een bevoegdheidsverklaring werd neergelegd. Het bestuur houdt zicht het recht voor tot het afnemen van schriftelijke of mondelinge evaluatie bij de agent-bezoeker om te oordelen dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een habilitatieverklaring werd neergelegd.

d) In geval van ongunstige beoordeling van de agent-bezoeker bedoeld in het hiervoor vermeld *punt* c., deelt het bestuur het erkend organisme binnen dertig dagen de opschorting van de verklaring mede. Het erkend organisme kan voor deze kandidaat slechts een nieuwe habilitatieverklaring indienen na een termijn van negentig dagen.

e) Indien de met het toezicht belaste ambtenaren en beambten vaststellen dat een agent-bezoeker de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoert, kan het bestuur bij het erkend organisme bemiddelen teneinde de nodige correctieve maatregelen te treffen.

Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria

a) De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan het bestuur de volgende inlichtingen te verstrekken:
   1. elke wijziging van de statuten (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst);
   2. elke vervanging van de technisch verantwoordelijke met bijvoeging van de documenten beoogd in de *punten b.1.* en *b.2. van afdeling 6.3.4.*;
   3. elke wijziging of intrekking van het accreditatiecertificaat.

   Deze elementen dienen binnen zeven dagen na hun verwezenlijking te worden verstrekt.

b) De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan de Commissie jaarlijks, ten laatste op 1 april, de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun kwalificatie volgens de activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.4.* voor te leggen evenals een uitvoerig rapport betreffende:
   - hun controleactiviteiten, inzonderheid het totaal aantal controles uitgevoerd per activiteitsdomein;
   - hun activiteiten inzake vorming en voorlichting;
   - elke wijziging die zou zijn aangebracht zowel aan de innerlijke organisatie van het organisme als aan hun naar buiten gerichte werking;
   - de genoteerde klachten op het technisch vlak;
   - de werking en de samenstelling van de leidinggevende en beheersorganen van de organismen en over de beslissingen tijdens het afgelopen jaar in hun instelling getroffen op het gebied van het Welzijn op het werk, evenals over het gevolg dat gegeven werd aan de adviezen en suggesties die door de Commissie werden uitgebracht in uitvoering van haar opdracht.

c) De erkende organismen zijn ertoe gehouden:
   - vrije toegang te verlenen tot hun lokalen aan de ambtenaren en beambten die belast zijn met het toezicht;
   - alle documenten en gegevens die deze ambtenaren en beambten toelaten de werking van het organisme te beoordelen, ter beschikking te stellen;
   - op aanvraag, deze documenten of een kopie ervan aan deze ambtenaren en beambten toe te vertrouwen;
   - voor de controle van huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning die ze controleren en die conform met de voorschriften van dit Boek worden verklaard, een databank te houden die de volgende elementen bevat:
     1. het adres van de installatie die wordt bezocht, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis, appartement, andere…), gemeenschappelijke delen van een residentiële eenheid;
     2. naam, voornaam en adres van de eigenaar van de gecontroleerde elektrische installatie;
     3. datum en aard van de uitgevoerde controle (gelijkvormigheidscontrole *(hoofdstuk 6.4.)* of controlebezoek *(hoofdstukken 6.5. en 8.4.)*)
     4. de EAN-code die toelaat iedere installatie op een eenduidige wijze te identificeren.

     Deze gegevens zijn te bewaren gedurende een periode van ten minste 30 jaar.

d) De toezichthoudende overheden mogen de contracten gesloten tussen de organismen en hun cliënten en de eventuele onderaannemers inzien.

e) De erkende organismen zijn ertoe gehouden voor de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en voor de controlebezoeken de schriftelijke instructies na te leven die worden gegeven door de Federale

overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en door de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft en dit ieder wat hem betreft.

Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht

a) Bij de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, wordt een Commissie van Advies en Toezicht opgericht die als taak heeft:
   - advies uit te brengen overeenkomstig de bepalingen van *punt d.* van *afdeling 6.3.4.* en *punt d.* van *afdeling 6.3.9.*;
   - adviezen en voorstellen over de werking van de erkende organismen uit te brengen;
   - toezicht uit te oefenen op de activiteiten van de erkende organismen in het kader van *dit hoofdstuk*.

b) De Commissie bestaat uit negen leden en evenveel plaatsvervangende leden en is als volgt samengesteld:
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werkgeversorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werknemersorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de toezichthoudende overheden, waarvan twee van de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en één van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.

c) De afgevaardigden van de toezichthoudende overheden en hun plaatsvervangers worden door de betrokken Ministers benoemd; die van de organisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk, door de Minister die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.

d) Het voorzitterschap en het secretariaat van de Commissie worden waargenomen door het bestuur.

Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties

a) Het toezicht op de erkende organismen inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk wordt uitgeoefend door de ambtenaren en beambten van het bestuur.
   De vaststellingen gedaan inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk door de ambtenaren en beambten van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft tijdens het toezicht uitgeoefend in het kader van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, worden aan het bestuur overgemaakt.

b) Indien het bestuur vaststelt dat het erkend organisme niet meer voldoet aan één van de voorwaarden van *onderafdeling 6.3.3.1.* of zich niet houdt aan één van de verplichtingen van *afdeling 6.3.7.*, of indien bij herhaling wordt vastgesteld dat de agenten-bezoekers de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoeren, stelt het een termijn vast die niet langer dan drie maanden mag zijn binnen dewelke het organisme zich in regel moet stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld.

c) Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt b.* bedoelde termijn, stelt het bestuur een nieuwe termijn vast die niet langer dan zes maanden mag zijn waarbij de erkenning van het organisme voorlopig wordt geschorst en binnen dewelke het organisme zich nog in regel mag stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld (opschorting en het in orde brengen).

d) Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt c.* bedoelde termijn, wordt de Commissie hiervan in kennis gesteld om een advies aan de Minister uit te brengen. De Minister kan op voorstel van de Commissie de erkenning van het organisme intrekken. Kennisgeving ervan wordt aan het erkend organisme na beslissing van de Minister.

e) De erkenning wordt ambtshalve ingetrokken bij stopzetting of overdracht van de activiteiten van het erkend organisme.

Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten

a) De federale overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.

b) De gewestelijke overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door hun eigen controlediensten of door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.

c) Het Ministerie van Defensie kan de elektrische installaties waarvan het eigenaar, beheerder of huurder is laten controleren door zijn eigen controledienst.

d) De Belgische Spoorwegen kunnen de elektrische installaties waarvan het eigenaar of beheerder is laten controleren door hun eigen controledienst.

Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

Afdeling 6.4.1. Algemeenheden

Elke elektrische installatie op lage of zeer lage spanning zoals bepaald in *de delen 1. en 2.* van dit Boek, zelfs gevoed door een privé-installatie zoals de vaste, verplaatsbare of mobiele stroomgeneratoren, behalve echter de installaties op zeer lage gelijkspanning gevoed uitsluitend door batterijen, accumulatoren, accumulatorenbatterijen die niet onder het toepassingsgebied van *hoofdstuk 7.103.* vallen, fotovoltaïsche cellen of andere gelijkaardige bronnen, moet voor de ingebruikname van deze installatie het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

De gelijkvormigheidscontroles moeten ter plaatse worden uitgevoerd hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid hiervoor bevoegd of ermee belast volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3.*

De gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties moet buiten spanning gebeuren en omvat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Afdeling 6.4.2. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.4.3. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.4.5. Controles door meting

Onderafdeling 6.4.5.1. Isolatiemeting

De waarde van de isolatieweerstand in Ω tussen de actieve delen onderling, evenals tussen de actieve delen en de aarde, gemeten onder de testspanning, aangeduid in *tabel 6.1.*, is voor iedere stroombaan met afgeschakelde gebruikstoestellen minimum gelijk aan 1000 maal de waarde in V van de voormelde testspanning.

De metingen worden uitgevoerd onder gelijkstroom en de daartoe gebruikte meettoestellen moeten de in de hierna vermelde tabel opgegeven testspanning kunnen leveren onder een stroom van 1 mA tot 5 mA.

De metingen worden uitgevoerd door het organisme, erkend volgens *hoofdstuk 6.3.*, en hebben betrekking op de isolatieweerstand tussen elk van de actieve delen en de aarde. Het is toegelaten de metingen niet uit te voeren:
- op meet- en regeltechnische installaties;
- op installaties op zeer lage spanning.

Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden

Nominale spanning van de stroombaan (V)	Testspanning in gelijkstroom (V)	Isolatieweerstand kΩ

Zeer lage spanning, voor zover de stroombaan gevoed is d.m.v. een veiligheidstransformator	250	250
Spanning ≤ 500 V met uitzondering van de hierboven vermelde gevallen	500	500
500 V < Spanning ≤ 1000 V	1000	1000

Onderafdeling 6.4.5.2. Meting van de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen

Bij de controle vóór ingebruikname wordt de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen van de betrokken elektrische installatie gemeten.

Afdeling 6.4.6. Verslagen

Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden

Na de gelijkvormigheidscontrole moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig hetzij *onderafdeling 6.4.6.4.* voor huishoudelijke installaties hetzij *onderafdeling 6.4.6.5.* voor niet-huishoudelijke installaties. Dit verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die de genoemde gelijkvormigheidscontrole heeft uitgevoerd. Daarenboven moeten in het geval van huishoudelijke installaties bij deze kopie de ééndraadsschema's en situatieplannen van de elektrische installatie gevoegd worden.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van een nieuwe elektrische installatie

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische installatie op lage of zeer lage wissel- of gelijkspanning verzekert de persoon, die de voeding ter beschikking stelt, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar

Specifieke voorschriften voor verslagen van installaties in zones met explosiegevaar worden in *hoofdstuk 7.102.* opgelegd.

Onderafdeling 6.4.6.4. Inhoud van het verslag van de gelijkvormigheidscontrole voor huishoudelijke installaties

a. Inlichtingen in het verslag

Het verslag dat volgt op het gelijkvormigheidscontrole van elke huishoudelijke elektrische installatie op laagspanning en op zeer lage spanning bedoeld in *onderafdeling 6.4.6.1.*, bevat ten minste de identificatie-inlichtingen, een algemene beschrijving van de aansluiting(en), van de aardelektrode, het resultaat van de gelijkvormigheidscontrole van de overeenstemming met dit Boek en de eventuele inbreuken op bedoeld Boek. Het herinnert bovendien aan enkele voorschriften van dit Boek.

b. Inhoud van het verslag van de gelijkvormigheidscontrole

b.1. Identificatie-inlichtingen

De identificatie-inlichtingen zijn de volgende in het verslag en de eventuele bijlagen:

a) de nodige middelen ter identificatie van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.*;
b) de identiteit van de agent-bezoeker van het erkend organisme;
c) naam, voornaam en adres van de eigenaar, beheerder of uitbater en EAN-code (indien beschikbaar) van de installatie waarvoor de controle met het oog op de gelijkvormigheidscontrole, werd aangevraagd;
d) naam, voornaam, B.T.W.-nummer (indien van toepassing) van de persoon of personen verantwoordelijk

voor de uitvoering van het werk;
e) de benaming van de onderneming die de elektriciteit verdeelt;
f) het adres van de installatie die wordt gecontroleerd, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis of appartement) of gemeenschappelijke delen van een residentiëel geheel.

b.2. Algemene beschrijving van de aansluiting(en)

De algemene beschrijving van de aansluiting(en) vermeldt per aansluiting:

a) de nominale spanning van de installatie en de aard van de stroom;
b) de doorsnede van de voedingskabel van het hoofdbord;
c) de nominale waarde van de bescherming van de aansluiting;
d) het type van de algemene schakelaar.

b.3. Beschrijving van de aardelektrode, de stroombanen en de bescherming ervan

Deze beschrijving vermeldt:

a) het type van de geïnstalleerde aardelektrode;
b) het aantal borden;
c) het aantal eindstroombanen.

b.4. Controle

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole moet de waarde van de spreidingsweerstand van de aard elektrode vermelden alsook de waarde van het algemeen isolatieniveau. Het bevestigt de overeenstemming tussen:

a) de geïnstalleerde differentieelstroominrichtingen en de waarde van de spreidingsweerstand van de aardelektrode;
b) de geïnstalleerde beschermingsinrichtingen tegen overstroom en de doorsneden van de respectieve stroombanen die ze beschermen;
c) de uitvoering van de elektrische installatie overeenkomstig de eendraadsschema's en de situatieplannen.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole vermeldt ook de controle van vast of vast opgesteld materieel (correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse) en de controle van de continuïteit van de equipotentiale verbindingen (hoofd- en bijkomende) en van de beschermingsgeleiders van de stopcontactdozen en van de vaste, vast opgestelde of verplaatsbare toestellen met vaste standplaats van de klasse 1.

b.5. Inbreuken

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole vermeldt de eventuele inbreuken op het Boek 1 en de eventuele stroombanen waarvoor het isolatieniveau onvoldoend is.

b.6. Besluiten

Indien de installatie conform is, bevestigt het verslag van de gelijkvormigheidscontrole dat de agent-bezoeker de differentieelstroominrichting, geplaatst aan het begin van de installatie, heeft verzegeld en dat hij het (de) eendraadsschema'(s)- en situatieplan(en) voor gezien heeft getekend.
Bovendien vermeldt hij de datum waarop het in *hoofdstuk 6.5.* van het Boek 1 voorziene controlebezoek uiterlijk moet plaatshebben.

b.7. Raadgevingen

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole herinnert aan de volgende voorschriften van het Boek 1:

a) de verplichting het verslag van de gelijkvormigheidscontrole te bewaren in het dossier van de elektrische installatie;
b) de verplichting in het dossier elke wijziging aan de elektrische installatie te vermelden;
c) de verplichting de met het toezicht belaste ambtenaar van de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft onmiddellijk in te lichten over elk ongeluk aan personen overkomen en rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten aan de aanwezigheid van elektriciteit.

Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole voor niet huishoudelijke installaties

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname

Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen

In niet-huishoudelijke installaties worden de vaste machines en toestellen voor de ingebruikname onderworpen aan een gelijkvormigheidscontrole die enkel betrekking heeft op de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse.

Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie

Er bestaan twee categorieën van verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie:

1° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met veranderlijke samenstelling, d.w.z. samengesteld uit individuele elementen (stroomgeneratoren, schakel- en verdeelborden, elektrische leidingen, …). Ze moet voor elke ingebruikname het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze controle omhelst tevens de eventuele aansluitingselementen op het net. Voor de elektrische machines en toestellen (stroomgeneratoren, …) die deel uitmaken van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie beperkt de gelijkvormigheidscontrole voor elke ingebruikname zich tot de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse. Om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten voor de niet-huishoudelijke installaties dat de gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname niet wordt uitgevoerd voor zover:
   - de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden; en
   - de ingebruikname en het gebruik gebeuren onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater; en
   - de uitbating van de elektrische installatie niet langer dan 48 uur duurt (maximum 2 dagen).

2° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met een vaste samenstelling, d.w.z. een enkel autonoom geheel (kleine hanteerbare generator met stopcontacten, een vaste generator op een voertuig, werfketen, …) moet voor de ingebruikname bij het eerste gebruik het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

Voor de stroomgeneratoren of wanneer het aansluitingspunt op het net van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie niet voorzien is van een aardingsaansluiting, moet de eventueel ter plaatse aan te brengen aardverbinding in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken door onrechtstreekse aanraking, het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole.

Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding

Iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding van een installatie op lage of zeer lage wissel-of gelijkspanning moet voor de ingebruikname van de genoemde wijziging of uitbreiding het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze gelijkvormigheidscontrole beperkt zich tot het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte van de installatie.

In het geval van een niet-belangrijke wijziging of niet-belangrijke uitbreiding voor de niet-huishoudelijke installaties, waarvoor geen gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname dient plaats te vinden, vult de installatieverantwoordelijke de schema's, de plannen en de documenten zoals bepaald in *afdeling 9.1.1.* (*punten 4.b* en *5.a.7.*) aan waardoor het erkend organisme in staat is de gelijkvormigheid ervan na te gaan bij het volgende controlebezoek.

Iedere wijziging of uitbreiding die een impact heeft op het niet-gewijzigde gedeelte moet in het controle-verslag worden vermeld. Dit niet-gewijzigde gedeelte moet het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole voor wat de gewijzigde kenmerken betreft.

In het geval van de ingebruikname van een belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten voor de niet-huishoudelijke installaties dat een gelijk-vormigheidscontrole na de ingebruikname wordt uitgevoerd voor zover dat de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden. Deze ingebruikname gebeurt onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater. Hij dient erover te waken dat de gelijkvormigheidscontrole wordt uitgevoerd binnen de 30 dagen na de ingebruikname van het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte.

Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken

Afdeling 6.5.1. Algemeenheden

Elke elektrische installatie op lage of zeer lage spanning zoals bepaald in *hoofdstuk 6.4.* moet ter plaatse aan een controlebezoek onderworpen worden, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid hiervoor bevoegd of ermee belast volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3.*

Het controlebezoek heeft betrekking op het behoud van de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek. De elektrische installatie moet buiten spanning kunnen worden gesteld gedurende het controlebezoek.

Het controlebezoek bevat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie het voorwerp uit te maken van controlebezoeken die ten minste de volgende periodiciteit respecteren:
- om de 25 jaar voor de huishoudelijke elektrische installaties;
- jaarlijks voor de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke elektrische installatie zoals bepaald in *onderafdeling 2.2.1.1.*;
- jaarlijks voor de elektrische installaties in ontploffingsgevaarlijke zones zoals bepaald in *hoofdstuk 7.102.*;
- om de 5 jaar voor de andere elektrische installaties.

Afdeling 6.5.3. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.5.4. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.5.6. Controles door meting

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door meting vaststellen.

De controlebezoeken omvatten ten minste de metingen gedefinieerd in *afdeling 6.4.5* Voor de installaties in ontploffingsgevaarlijke zones is het toegelaten de meting van de isolatieweerstand om de 5 jaar uit te voeren.

Afdeling 6.5.7. Verslagen

Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig hetzij *onderafdeling 6.5.7.2.* voor huishoudelijke installaties hetzij *onderafdeling 6.5.7.3.* voor niet-huishoudelijke installaties. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.5.7.2. Inhoud van het verslag van het controlebezoek voor huishoudelijke installaties

a. Inlichtingen in het verslag van het controlebezoek

Het verslag van het controlebezoek dat volgt op het controlebezoek van elke huishoudelijke elektrische installatie op laagspanning en op zeer lage spanning en bedoeld in *onderafdeling 6.5.7.1.*, bevat ten minste de identificatie-inlichtingen, een algemene beschrijving van de aansluiting(en), het aantal borden en eindstroombanen, het resultaat van het controlebezoek van de overeenstemming met dit Boek en de eventuele inbreuken op bedoeld Boek. Het herinnert bovendien aan enkele voorschriften van dit Boek.

b. Beschrijving van de inhoud

b.1. Identificatie-inlichtingen

De identificatie-inlichtingen zijn de volgende op het verslag en de eventuele bijlagen:

a) de nodige elementen ter identificatie van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.*;
b) de identiteit van de agent-bezoeker van het erkend organisme;
c) naam, voornaam, adres van de eigenaar, beheerder of uitbater en EAN-code (indien beschikbaar) van de installatie waar voor het controlebezoek werd aangevraagd;
d) het adres van de installatie die wordt bezocht, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis of appartement) of gemeenschappelijke delen van een residentiëel geheel.

b.2. Algemene beschrijving van de aansluiting(en)

De algemene beschrijving van de aansluiting(en) vermeldt per aansluiting:

a) de nominale spanning van de installatie en de aard van de stroom;
b) de nominale waarde van de bescherming van de aansluiting.

b.3. Aantal borden en eindstroombanen

a) het aantal verdeel- en schakelborden;
b) het aantal eindstroombanen.

b.4. Controle

Het verslag van het controlebezoek vermeldt:

a) de waarde van de spreidingsweerstand van de aardverbinding;
b) de waarde van het algemeen isolatieniveau.

Het vermeldt dat de hierna volgende controles werden verricht:

a) de controle van de uitvoering van de elektrische installatie overeenkomstig de eendraadsschema's en de situatieplannen;
b) de controle van de staat (vasthechtingen, beschadiging,...) van het vast geïnstalleerd elektrische materieel in het bijzonder wat betreft de schakelaars, de stopcontactdozen, de aansluitingen in de verdeel- en schakelborden,...;
c) de controle van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking;
d) de controle van de werking van de differentieelstroominrichtingen via de eigen testinrichting;
e) de controle van de foutlussen en de juiste aansluiting van de differentieelstroominrichtingen via de opwekking van een foutstroom tussen 2,5 en 2,75 maal de gevoeligheid van het apparaat;
f) de controle van de continuïteit van de equipotentiale verbindingen (hoofd- en bijkomende) en van de beschermingsgeleiders van de stopcontactdozen en van de vaste, vast opgestelde of verplaatsbare toestellen met vaste standplaats van de klasse 1;
g) de visuele controle van vast of vast opgesteld materieel dat gevaar kan opleveren voor personen en goederen;
h) de visuele controle van verplaatsbaar materieel dat gevaar kan opleveren voor personen en goederen.

Het bevestigt de overeenstemming tussen de geïnstalleerde beschermingsinrichtingen tegen overstroom en de doorsneden van de respectievelijke stroombanen die ze beschermen.

b.5. Inbreuken – opmerkingen - afwijkingen

Het verslag van het controlebezoek vermeldt de eventuele inbreuken op het Boek 1 en de eventuele stroombanen waarvoor het isolatieniveau onvoldoend is. De eventuele bemerkingen die geen inbreuken zijn worden in het verslag van het controlebezoek onder de rubriek opmerkingen vermeld. Dit is onder meer het geval voor *punt b.4.h.* De eventuele afwijkingen (*afdelingen 8.2.1. en 8.2.2.*) die van toepassing voor de elektrische installatie zijn worden in het verslag van het controlebezoek vermeld.

b.6. Besluiten

Ieder verslag van het controlebezoek bevat als besluit één van de volgende formuleringen:

a) De elektrische installatie voldoet aan de voorschriften van het Boek 1 inzake de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning. Het volgend controlebezoek moet worden uitgevoerd binnen de door dit Boek voorgeschreven termijn.
b) De elektrische installatie voldoet niet aan de voorschriften van het Boek 1 inzake de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning. Een aanvullend bezoek moet door hetzelfde organisme worden uitgevoerd vóór (datum te specificeren). De werken, nodig om de inbreuken te doen verdwijnen die opgemerkt werden tijdens het controlebezoek, moeten zonder vertraging uitgevoerd worden en alle maatregelen moeten getroffen worden opdat de in inbreuk zijnde installatie, indien zij in dienst blijft, geen gevaar vormt voor de personen of goederen.

Indien de installatie conform is, vermeldt het verslag van het controlebezoek bovendien dat:

a) indien van toepassing de nodige maatregelen genomen werden door het erkend organisme zodat de ingangsklemmen van de differentieelstroominrichting, geplaatst aan het begin van de installatie, ontoegankelijk zijn gemaakt door verzegeling;
b) het (de) eendraadsschema('s) en het (de) situatieplan(en) opnieuw geviseerd werden door het erkend organisme.

b.7. Raadgevingen

Het verslag van het controlebezoek herinnert aan de volgende voorschriften van het Boek 1:

a) de verplichting het verslag van het controlebezoek te bewaren in het dossier van de elektrische installatie;
b) de verplichting in het dossier elke wijziging aangebracht aan de elektrische installatie te vermelden;
c) de verplichting de met het toezicht belaste ambtenaar van de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft onmiddellijk in te lichten over elk ongeluk aan personen overkomen en rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten aan de aanwezigheid van elektriciteit;
d) de verplichting, wanneer er inbreuken zijn vastgesteld tijdens het controlebezoek, een nieuw controlebezoek te doen verrichten door hetzelfde erkend organisme om na te gaan of na afloop van de termijn van één jaar de inbreuken verdwenen zijn. Indien tijdens dat tweede bezoek wordt vastgesteld dat er nog inbreuken overblijven, moet het erkend organisme een kopie van het verslag van het controlebezoek sturen naar de Algemene Directie Energie die belast is met het hoog toezicht op de huishoudelijke elektrische installaties.

Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek voor niet-huishoudelijke installaties

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten

HOOFDSTUK 7.1. RUIMTEN DIE EEN BAD OF DOUCHE BEVATTEN 199
Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied 199
Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities 199
Afdeling 7.1.3. Bepaling van de algemene karakteristieken – Classificatie van de volumes .. 199
Onderafdeling 7.1.3.1. Volumes 199
Onderafdeling 7.1.3.2. Afmetingen van de volumes – Bovenaanzicht 200
Onderafdeling 7.1.3.3. Afmetingen van de volumes – Vooraanzicht 204
Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken 204
Onderafdeling 7.1.4.1. Bescherming van installaties in badkamers en stortbadzalen 204
Onderafdeling 7.1.4.2. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning 205
Onderafdeling 7.1.4.3. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking – Beschermingsgraad van het elektrisch materieel 205
Onderafdeling 7.1.4.4. Bijkomende equipotentiaalverbindingen 205
Onderafdeling 7.1.4.5. Verwarmingselementen verzonken in vloeren 205
Afdeling 7.1.5. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 205
Onderafdeling 7.1.5.1. Uitwendige invloeden 205
Onderafdeling 7.1.5.2. Elektrische leidingen 206
Onderafdeling 7.1.5.3. Elektrisch materieel 206
Afdeling 7.1.6. Bijzondere regels voor badkamers en stortbadzalen in niet-huishoudelijke installaties 207
HOOFDSTUK 7.2. ZWEMBADEN 208
Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied 208
Afdeling 7.2.2. Bepaling van de algemene karakteristieken – Classificatie van de volumes .. 208
Afdeling 7.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken 209
Onderafdeling 7.2.3.1. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning 209
Onderafdeling 7.2.3.2. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking – Beschermingsgraad van het elektrisch materieel 210
Onderafdeling 7.2.3.3. Veiligheidsscheiding van de stroombanen 210
Onderafdeling 7.2.3.4. Bijkomende equipotentiaalverbinding 210
Afdeling 7.2.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 210
Onderafdeling 7.2.4.1. Uitwendige invloeden 210
Onderafdeling 7.2.4.2. Elektrische leidingen 210
Onderafdeling 7.2.4.3. Elektrisch materieel 211
Afdeling 7.2.5. Bijzondere regels 212
Onderafdeling 7.2.5.1. Private zwembaden in huishoudelijke installaties 212
Onderafdeling 7.2.5.2. Therapeutische badinrichtingen 212
HOOFDSTUK 7.3. SAUNA'S 213
Afdeling 7.3.1. Toepassingsgebied 213
Afdeling 7.3.2. Bepaling van de algemene karakteristieken 213
Onderafdeling 7.3.2.1. Volumes 213
Onderafdeling 7.3.2.2. Uitwendige invloeden 213
Afdeling 7.3.3. Bescherming tegen elektrische schokken 214
Afdeling 7.3.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 214
Onderafdeling 7.3.4.1. Beschermingsgraad van het elektrisch materieel 214
Onderafdeling 7.3.4.2. Elektrische leidingen 214
Onderafdeling 7.3.4.3. Elektrisch materieel 214

HOOFDSTUK 7.4. WERFINSTALLATIES EN BUITENINSTALLATIES 215
Afdeling 7.4.1. Toepassingsgebied 215
Afdeling 7.4.2. Bescherming tegen elektrische schokken 215
Onderafdeling 7.4.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding 215
Onderafdeling 7.4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door zeer lage veiligheidsspanning 215
Afdeling 7.4.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 215
Onderafdeling 7.4.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden 215
Onderafdeling 7.4.3.2. Elektrische leidingen 215
Onderafdeling 7.4.3.3. Elektrisch materieel 215
HOOFDSTUK 7.6. GELEIDENDE AFGESLOTEN RUIMTEN 217
Afdeling 7.6.1. Toepassingsgebied 217
Afdeling 7.6.2. Begrippen en definities 217
Afdeling 7.6.3. Bescherming tegen elektrische schokken 217
Afdeling 7.6.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 217
Onderafdeling 7.6.4.1. Uitwendige invloeden 217
Onderafdeling 7.6.4.2. Elektrische leidingen 217
HOOFDSTUK 7.8. CAMPINGS 218
Afdeling 7.8.1. Toepassingsgebied 218
Afdeling 7.8.2. Aansluitingspunt 218
Afdeling 7.8.3. Bescherming tegen elektrische schokken 218
Afdeling 7.8.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 218
Onderafdeling 7.8.4.1. Uitwendige invloeden 218
Onderafdeling 7.8.4.2. Elektrisch materieel 218
HOOFDSTUK 7.9. JACHTHAVENS 219
Afdeling 7.9.1. Toepassingsgebied 219
Afdeling 7.9.2. Bescherming tegen elektrische schokken 219
Afdeling 7.9.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 219
Onderafdeling 7.9.3.1. Uitwendige invloeden 219
Onderafdeling 7.9.3.2. Elektrisch materieel 219
HOOFDSTUK 7.11. FOORINSTALLATIES 220
Afdeling 7.11.1. Toepassingsgebied 220
Afdeling 7.11.2. Bescherming tegen elektrische schokken 220
HOOFDSTUK 7.100. FONTEINEN EN ANDERE WATERKOMMEN 221
Afdeling 7.100.1. Toepassingsgebied 221
Afdeling 7.100.2. Bepaling van de algemene karakteristieken - Classificatie van de volumes 221
Afdeling 7.100.3. Bescherming tegen elektrische schokken 221
Onderafdeling 7.100.3.1. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning 221
Onderafdeling 7.100.3.2. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking - Beschermingsgraad van het elektrisch materieel 221
Onderafdeling 7.100.3.3. Veiligheidsscheiding van de stroombanen 221
Onderafdeling 7.100.3.4. Bijkomende equipotentiaalverbinding 221
Afdeling 7.100.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 222
Onderafdeling 7.100.4.1. Elektrische leidingen 222
Onderafdeling 7.100.4.2. Elektrisch materieel 222
HOOFDSTUK 7.101. VOERTUIGEN OF AANHANGWAGENS VOOR WEGVERVOER TIJDENS HET STATIONEREN 223

Afdeling 7.101.1. Toepassingsgebied 223
Afdeling 7.101.2. Bescherming tegen elektrische schokken 223
HOOFDSTUK 7.102. BESCHERMING TEGEN EXPLOSIEGEVAAR IN EXPLOSIEVE ATMOSFEREN..... 224
Afdeling 7.102.1. Toepassingsgebied 224
Afdeling 7.102.2. Begrippen en definities 224
Afdeling 7.102.3. Algemene preventiemaatregelen 224
Afdeling 7.102.4. Indeling gevaarlijke ruimten 224
Afdeling 7.102.5. Vaststelling van de zones 225
Afdeling 7.102.6. Documenten 225
Afdeling 7.102.7. Keuze van de elektrische machines en toestellen en hun beveiligingssystemen 226
Afdeling 7.102.8. Installeren van elektrisch materieel 227
Onderafdeling 7.102.8.1. Algemeenheden 227
Onderafdeling 7.102.8.2. Installeren en onderhouden van elektrische machines en toestellen 227
Onderafdeling 7.102.8.3. Herstelling van elektrische machines en toestellen 228
Onderafdeling 7.102.8.4. Installeren van elektrische leidingen 229
Onderafdeling 7.102.8.5. Beschermingstoestellen tegen foutstromen 231
Onderafdeling 7.102.8.6. Elektrische noodonderbreking 231
Afdeling 7.102.9. Bescherming tegen temperatuurverhoging en vonkvorming 231
Onderafdeling 7.102.9.1. Algemeenheden 231
Onderafdeling 7.102.9.2. Lek- en foutstromen 231
Onderafdeling 7.102.9.3. Potentiaalvereffening 232
Onderafdeling 7.102.9.4. Galvanisch contact 232
Onderafdeling 7.102.9.5. Elektrostatische ontladingen 232
Onderafdeling 7.102.9.6. Kathodische bescherming 232
Afdeling 7.102.10. Uitzonderingen in verband met de keuze van het materieel 232
HOOFDSTUK 7.103. INDUSTRIËLE ACCUMULATORBATTERIJEN 233
Afdeling 7.103.1. Toepassingsgebied 233
Afdeling 7.103.2. Begrippen en definities 233
Afdeling 7.103.3. Bescherming tegen elektrische schokken 234
Onderafdeling 7.103.3.1. Algemeenheden 234
Onderafdeling 7.103.3.2. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning kleiner is dan of gelijk aan 60 V 234
Onderafdeling 7.103.3.3. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 60 V en kleiner is dan of gelijk aan 120 V 235
Onderafdeling 7.103.3.4. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 120 V en kleiner is dan of gelijk aan 750 V 235
Onderafdeling 7.103.3.5. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning hoger is dan 750 V 235
Onderafdeling 7.103.3.6. Bijkomende voorschriften 235
Afdeling 7.103.4. Bescherming tegen explosiegevaar 236
Onderafdeling 7.103.4.1. Algemeenheden 236
Onderafdeling 7.103.4.2. Ruimten voor vaste accumulatorbatterijen 236
Onderafdeling 7.103.4.3. Voorschriften voor batterijkasten, -koffers en gelijksoortige ruimten welke accumulatorenbatterijen bevatten 236
HOOFDSTUK 7.112. HUISHOUDELIJKE FOTOVOLTAÏSCHE INSTALLATIES OP LAAGSPANNING (≤ 10 KVA) 237
Afdeling 7.112.1. Toepassingsgebied 237
Afdeling 7.112.2. Specifieke maatregelen 237

Afdeling 7.112.3. Beproevingen en metingen 237
Afdeling 7.112.4. Verslagen 237

Hoofdstuk 7.1. Ruimten die een bad of douche bevatten

Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit hoofdstuk *7.1.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op ruimten die baden en/of douches bevatten, t.t.z. ruimten met een verhoogd risico op een elektrische schok ten gevolge van de vermindering van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam (nat of ondergedompeld) en zijn contact met het aardpotentiaal.

Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities

Badkamer: ruimte beperkt tot de hierna bepaalde volumes waarin ten minste een bad of een stortbad is opgesteld.

Stortbadcel: door wanden afgesloten ruimte, al dan niet uit twee afzonderlijke ruimten samengesteld. Beide voormelde ruimten zijn gedeeltelijk gescheiden door een scheidingswand. De ene ruimte omvat het stortbad, stortbadruimte genoemd, de andere eventuele ruimte wordt kleedruimte genoemd.

Stortbadzaal: ruimte waarin meerdere stortbaden, al dan niet gescheiden door wanden, zijn ondergebracht.

Afdeling 7.1.3. Bepaling van de algemene karakteristieken – Classificatie van de volumes

Onderafdeling 7.1.3.1. Volumes

Volume 0: het inwendige volume van de badkuip of van de stortbadkuip.

Volume 1: het volume begrensd door het verticaal oppervlak op de rand van de bad- of stortbadkuip, beneden begrensd door het horizontale vlak van de vloer rond de bad- of stortbadkuip en boven door het horizontale vlak op 2,25 m boven het voornoemde horizontale vlak, verminderd met het volume 0 en het eventuele volume 1*bis*; indien de bodem van de bad- of stortbadkuip zich op meer dan 0,15 m boven de vloer bevindt moet de hoogte van het bovenste horizontale vlak worden gemeten vanaf de bodem van de bad- of stortbadkuip. Indien een stortbad niet voorzien is van een kuip wordt deze vervangen door een cirkel met een straal van 0,60 m op het niveau van de vloer, waarvan het middelpunt zich loodrecht onder de sproeikop bevindt, wanneer deze op zijn steun bevestigd is.

Volume 1*bis*: het volume begrensd door de buitenwand van de badkuip en een volle structuur welke aansluit aan de rand van de badkuip en tot aan de vloer reikt.

Volume 2: het volume buiten het volume 1 en het eventuele volume 1*bis*, begrensd door het verticaal oppervlak op een afstand van 0,60 m van de grens van volume 1 en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1.

Volume 3: het volume buiten het volume 2, begrensd door het verticaal oppervlak op een afstand van 2,40 m van het volume 2 en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1 en beperkt tot het lokaal waarin het (de) bad (en) of stortbad(en) is (zijn) opgesteld.

Voor de stortbadzalen dient voor de bepaling van de volumes een onderscheid te worden gemaakt tussen:

1. een stortbadzaal met individuele stortbadcellen omvattende een stortbadruimte met een hiervan gedeeltelijk gescheiden aangrenzende individuele kleedruimte.
   - **Volumes 0, 1 en 2:** volumes begrensd zoals hierboven beschreven.
   - **Volume 3:** volume buiten volume 2 en begrensd door het verticaal oppervlak gevormd door de wanden van de stortbadzaal en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1;
2. een stortbadzaal met individuele stortbadcellen omvattende enkel een stortbadruimte.
   - **Volumes 0 en 1:** volumes begrensd zoals hierboven beschreven.
   - **Volume 2:** volume buiten de volumes 0 en 1, begrensd door het verticaal oppervlak op een afstand van 3 m van de grens van volumes 0 en 1 en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1.
   - **Volume 3:** volume buiten volume 2 en begrensd door het verticaal oppervlak gevormd door de wanden van de stortbadzaal en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1;
3. een stortbadzaal met een gemeenschappelijke stortbadruimte zonder scheidingswand.
   - **Volumes 0 en 1:** volumes begrensd zoals hierboven beschreven, waarbij de stortbadkuip of wat daartoe de functie heeft, wordt bepaald door de afvloeiingszone van het sproeiwater.

- **Volume 2:** volume buiten de volumes 0 en 1, begrensd door het verticaal oppervlak op een afstand van 3 m van de grens van volumes 0 en 1 en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1.
- **Volume 3:** volume buiten volume 2 en begrensd door het verticaal oppervlak gevormd door de wanden van de stortbadzaal en door dezelfde horizontale vlakken als gedefinieerd voor het volume 1.

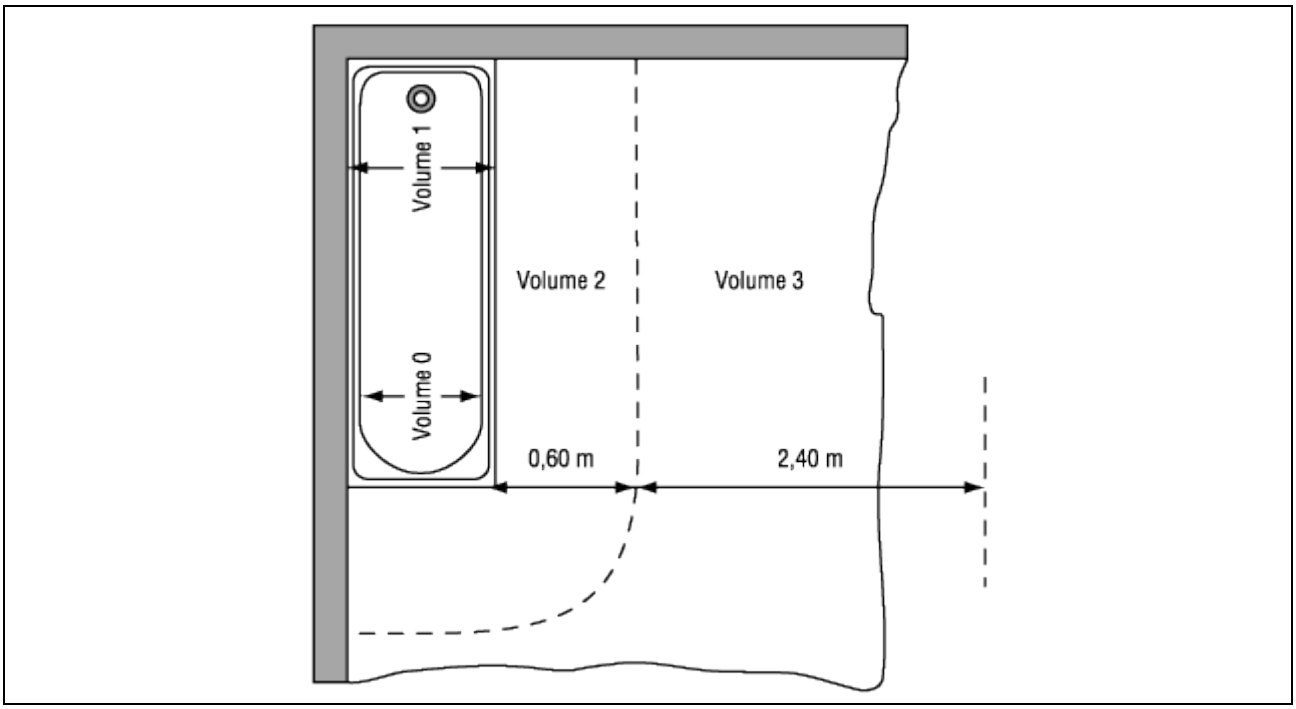
De aanwezigheid van vaste wanden of draaibare wandelementen heeft een begrenzende invloed op de hierboven vermelde volumes.

De tekeningen in *7.1.3.2.* en *7.1.3.3.* verduidelijken de verschillende volumes voor enkele gevallen.

Onderafdeling 7.1.3.2. Afmetingen van de volumes – Bovenaanzicht

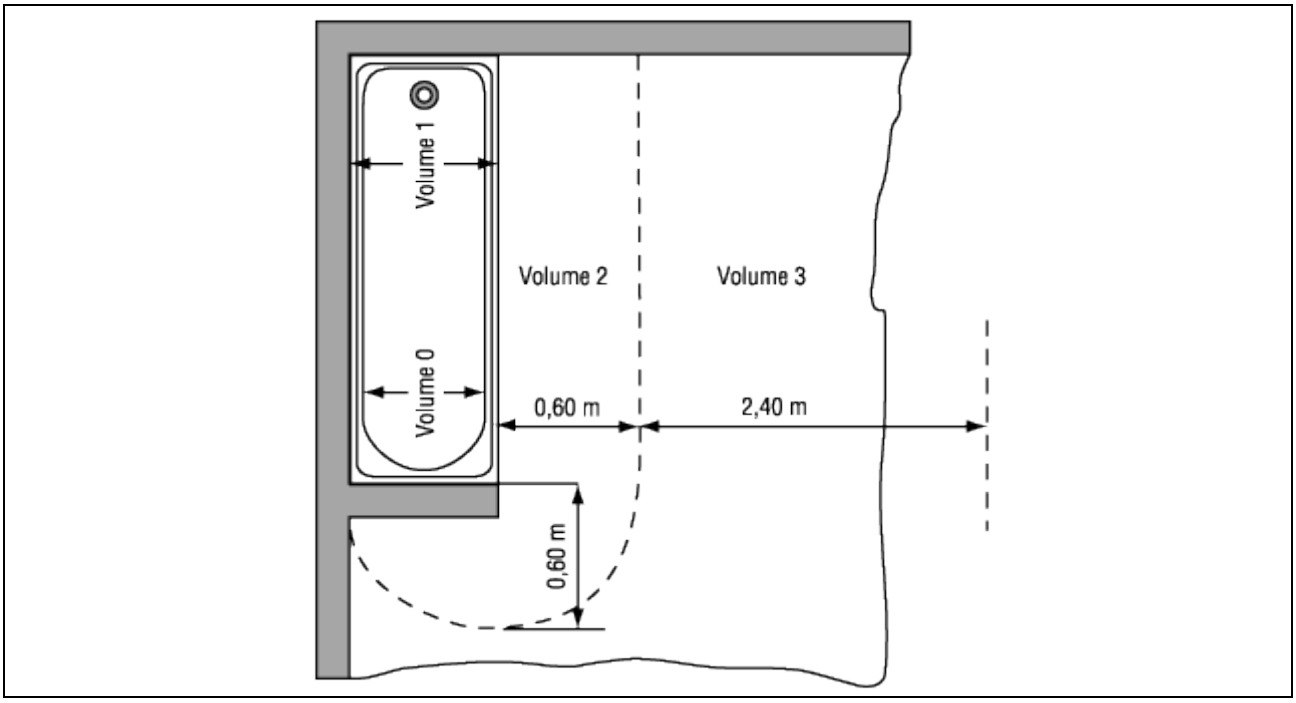
a. Badkuip

Figuur 7.1. Badkuip



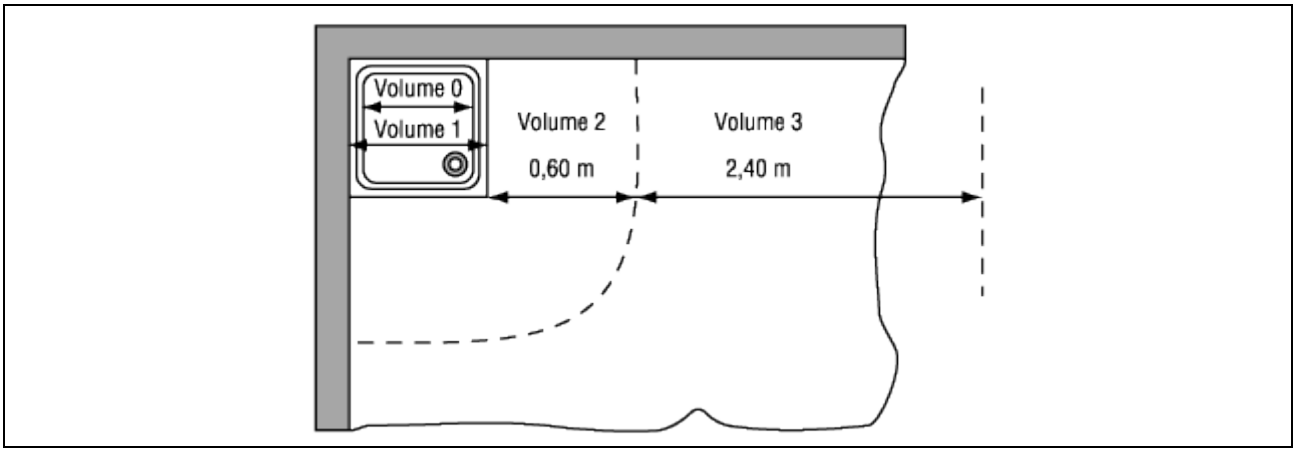
b. Badkuip met vaste wand

Figuur 7.2. Badkuip met vaste wand



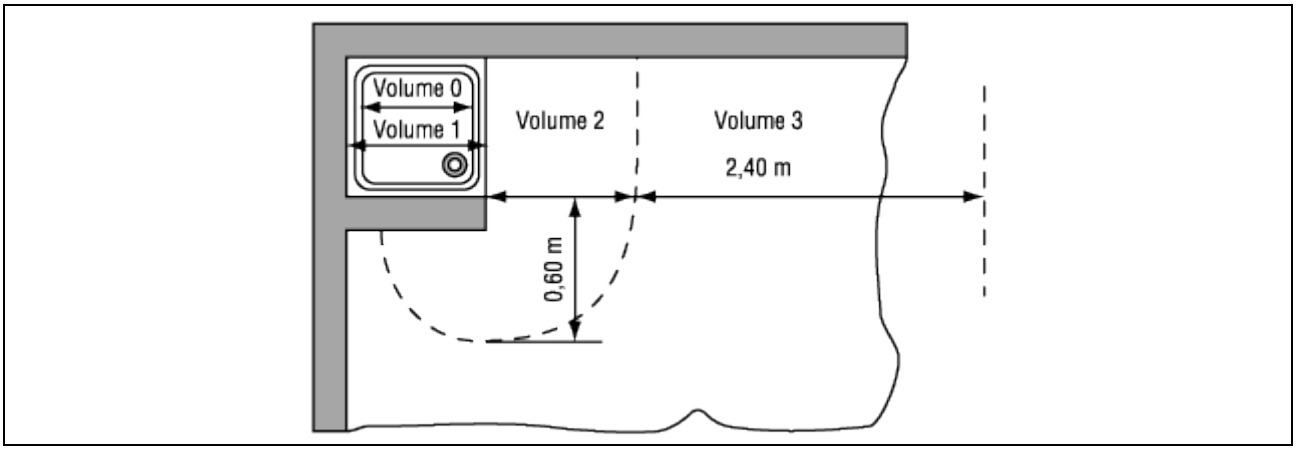
c. Stortbadkuip

Figuur 7.3. Stortbadkuip



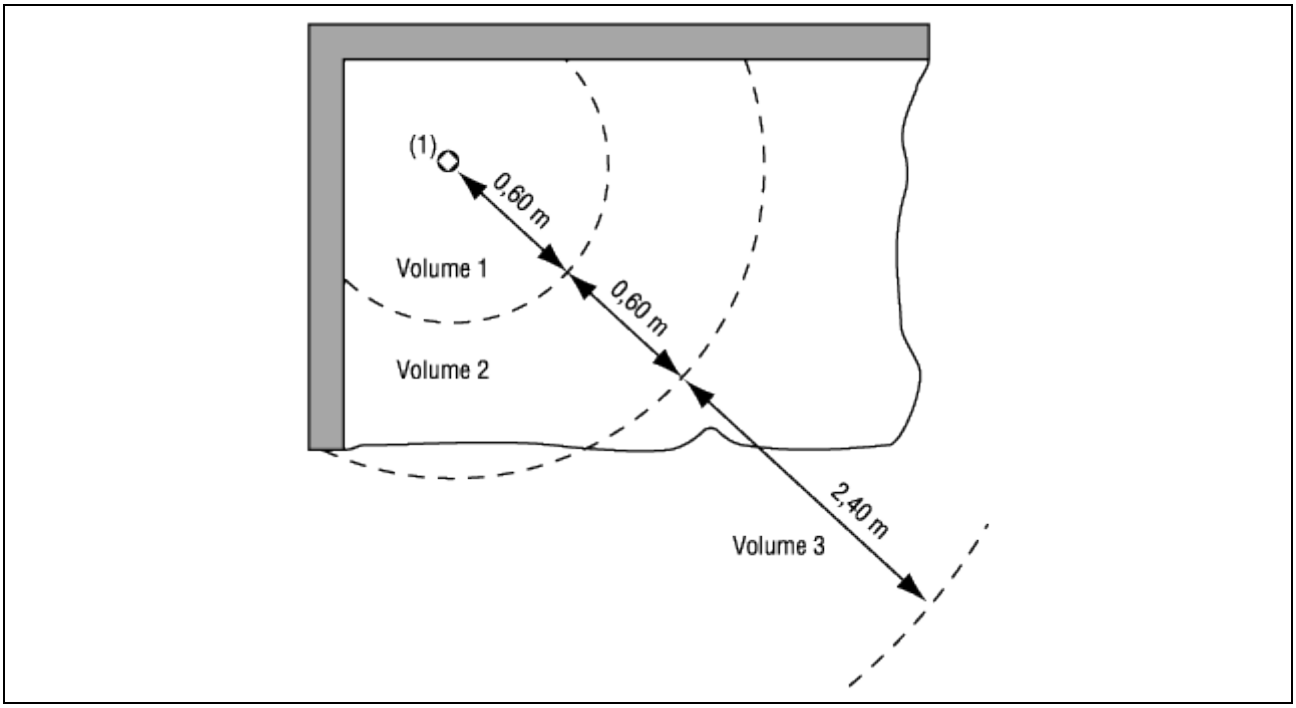
d. Stortbadkuip met vast wand

Figuur 7.4. Stortbadkuip met vaste wand



e. Stortbad zonder kuip

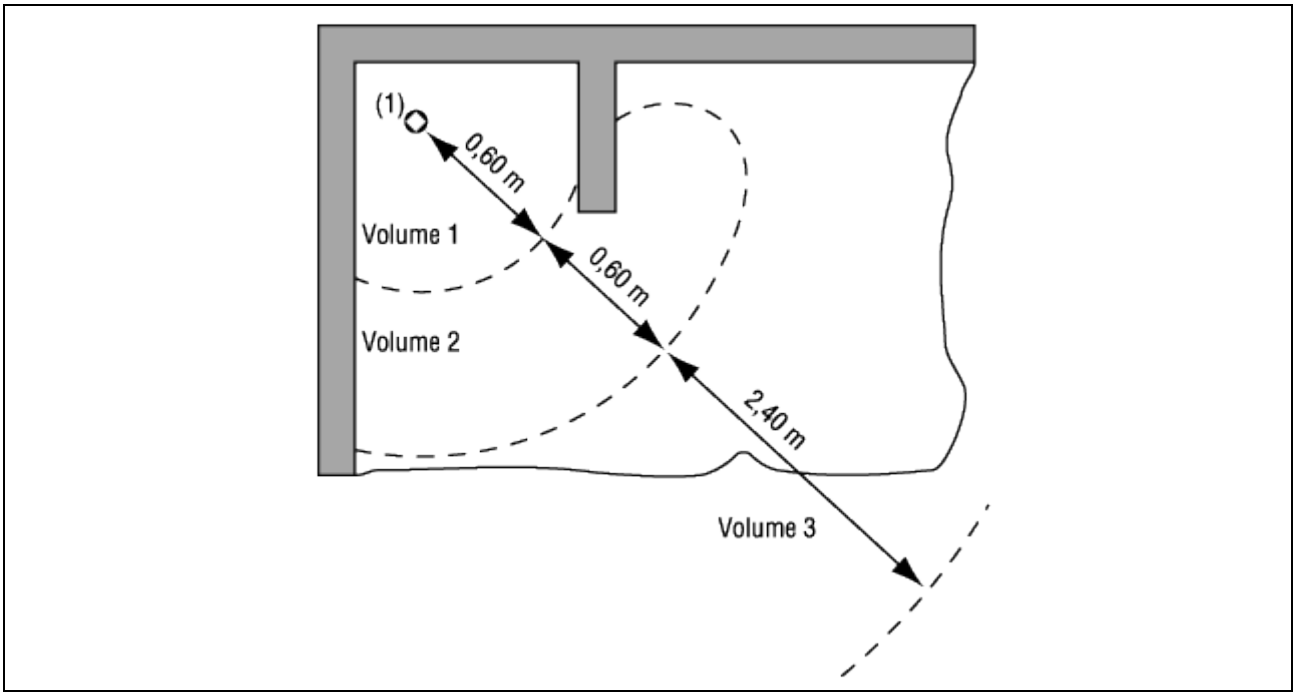
Figuur 7.5. Stortbad zonder kuip



(1) Sproeikop

f. Stortbad zonder kuip, met vaste wand

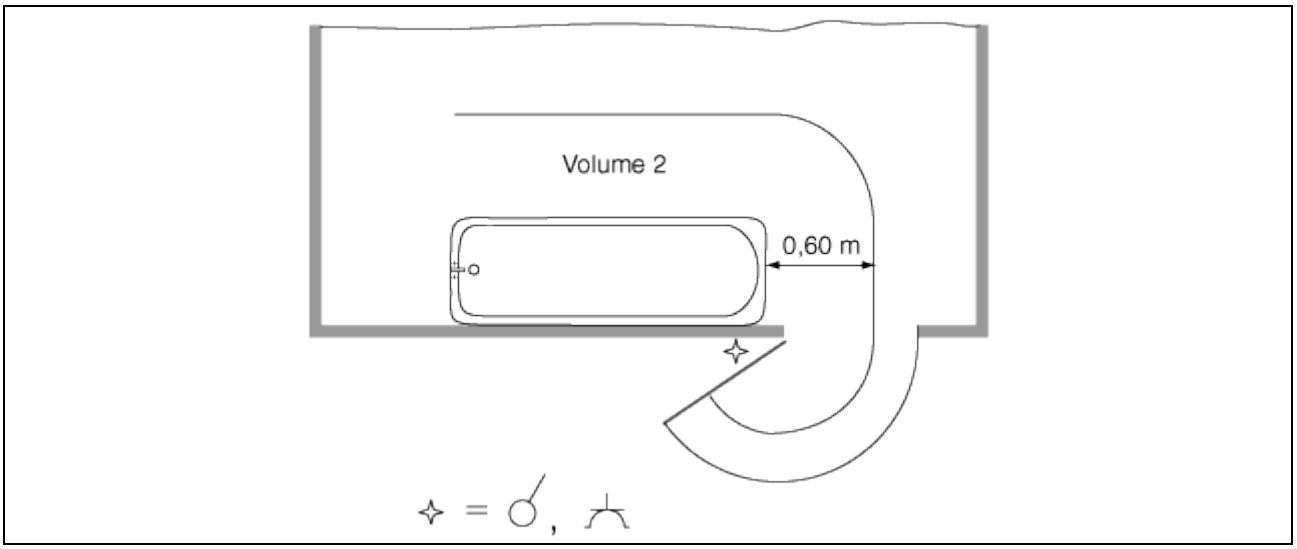
Figuur 7.6. Stortbad zonder kuip, met vaste wand



(1) Sproeikop

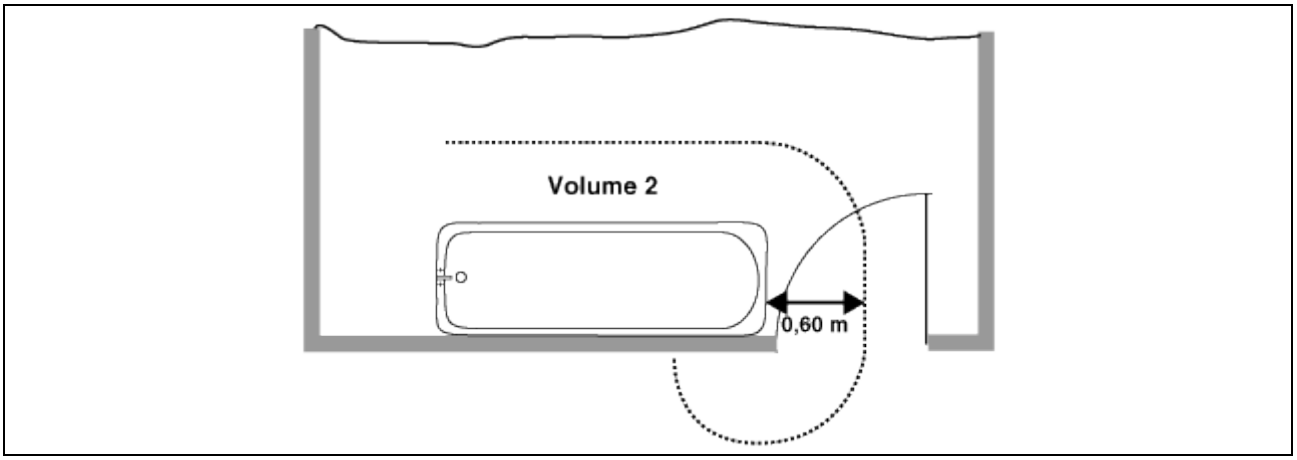
g. Volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2

Figuur 7.7. Badkamer: volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2



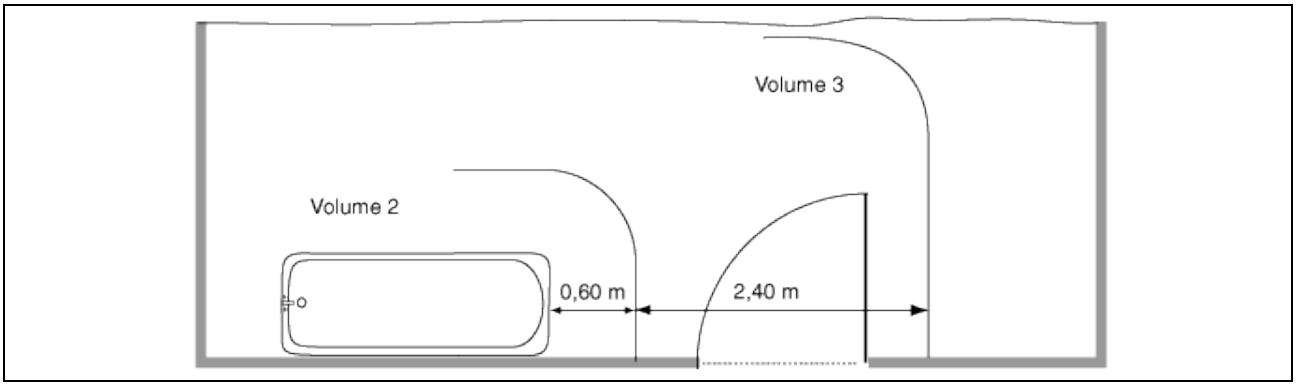
h. Volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2 niet

Figuur 7.8. Badkamer: volume 2 strekt zich uit tot buiten de badkamer – Deur begrenst het volume 2 niet



i. Volume 3 begrenst zich tot het binnengedeelte van de badkamer

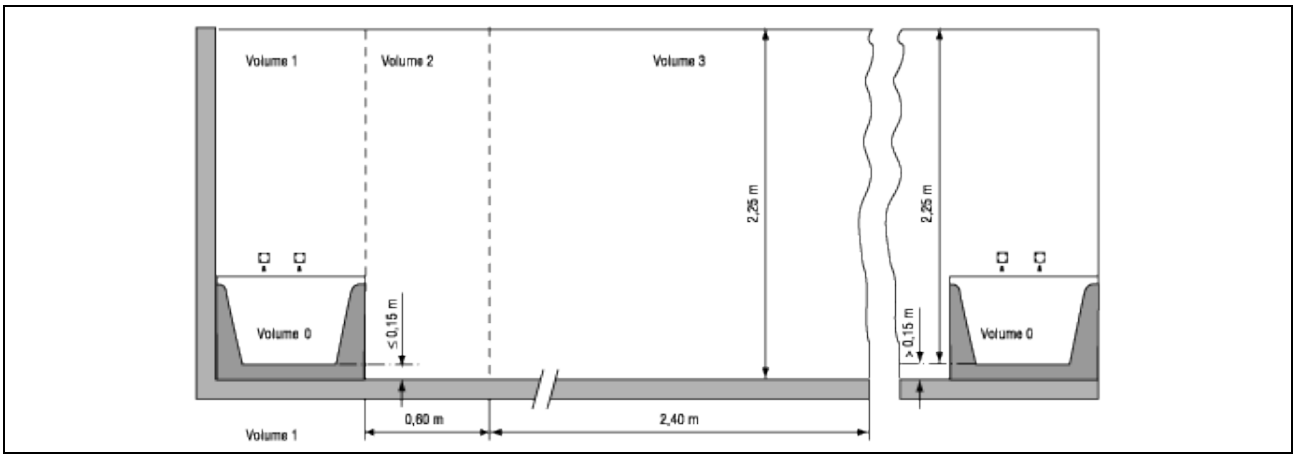
Figuur 7.9. Badkamer: volume 3 begrenst zich tot het binnengedeelte van de badkamer



Onderafdeling 7.1.3.3. Afmetingen van de volumes – Vooraanzicht

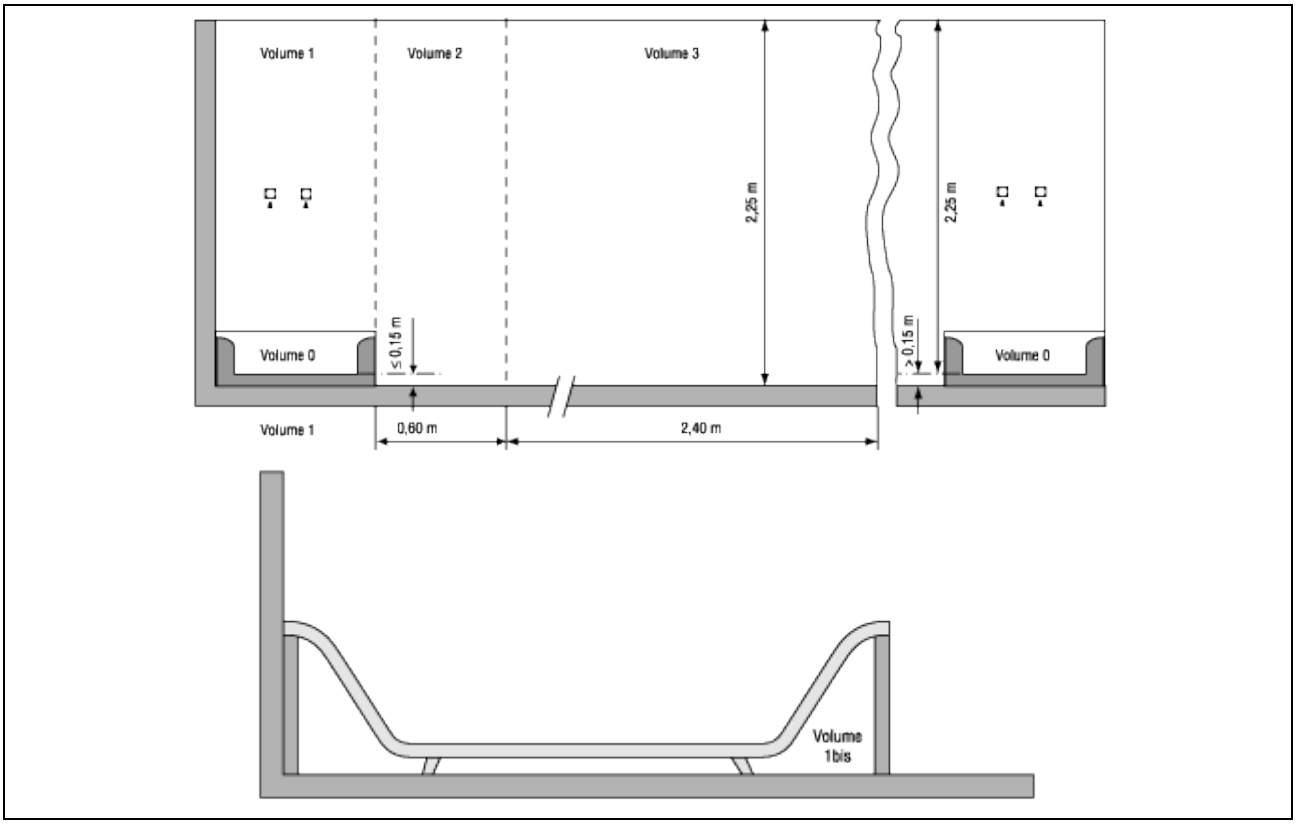
a. Badkuip

Figuur 7.10. Badkuip – Vooraanzicht



b. Stortbadkuip

Figuur 7.11. Stortbadkuip – Vooraanzicht



Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.1.4.1. Bescherming van installaties in badkamers en stortbadzalen

In de gevallen voorzien in *punt b.* van *onderafdeling 4.2.4.3.* moeten de stroombanen voor de voeding van de badkamers en stortbadzalen beschermd zijn door ten minste één differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid; dit toestel moet buiten de badkamer en/of stortbadzaal zijn opgesteld; bovendien mag dit, bij huishoudelijke installaties, niet de algemene differentieelstroominrichting zijn die in het begin van de installatie is aangebracht.

Onderafdeling 7.1.4.2. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Wanneer de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning is haar maximumspanning gelijk aan de overeenkomstige waarde in *tabel 7.1.*

Tabel 7.1. Bescherming tegegn onrechtstreekse aanraking: maximumspanning bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Maximumspanning in V	*Volume 0*	*Volume 1*	*Volume 2*	*Volume 3*	*Volume 1*bis
Wisselspanning	12	12	25	25	25
Gelijkspanning met rimpel	18	18	36	36	36
Gelijkspanning zonder rimpel	30	30	60	60	60

Onderafdeling 7.1.4.3. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking – Beschermingsgraad van het elektrisch materieel

Wanneer de bescherming tegen rechtstreekse aanraking verzekerd wordt door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning is haar maximumspanning gelijk aan de overeenkomstige waarde vermeld in *tabel 7.2.*
De beschermingsgraad van het elektrisch materieel toegelaten in de verschillende volumes, is, afhankelijk van de toegepaste spanning, ten minste deze aangegeven in *tabel 7.2.*

Tabel 7.2. Beschermingsgraad van elektrisch materieel in ruimten die een bad of douche bevatten

Minimum beschermingsgraad	*LS + ZLS Voor het toegelaten materieel*	*ZLVS*						*LS-stopcontacten*
		≈ *max. V*	≅ *max. V*	= *max. V*	≈ *max. V*	≅ *max. V*	= *max. V*	
Volume 0	Niet toegelaten	12	18	30	6	12	20	Niet toegelaten
		IPX7			IP00			
Volume 1	IPX4/IPX5*	12	18	30	6	12	20	Niet toegelaten
		IPX4			IP00			
Volume 2	IPX4	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX4			IP00			
Volume 3	IPX1	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX1			IP00			
Volume 1*bis*	IPX4	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX4			IP00			

≈: wisselspanning, ≅: gelijkspanning met rimpel, =: gelijkspanning zonder rimpel
* Zie *afdeling 7.1.6.*

Onderafdeling 7.1.4.4. Bijkomende equipotentiaalverbindingen

Een bijkomende equipotentiaalverbinding (*zie onderafdeling 4.2.3.2.*), uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.4.4.2.*, verbindt alle vreemde geleidende delen en massa's van het elektrisch materiaal in de volumes 0, 1, 1*bis*, 2 en 3 met uitzondering van:
- de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage veiligheidsspanning;
- de isolerende niet-elektrische leidingen;
- de radiatoren gevoed door isolerende niet-elektrische leidingen.

Onderafdeling 7.1.4.5. Verwarmingselementen verzonken in vloeren

Verwarmingselementen verzonken in vloeren en wanden van volume 0 zijn verboden.
Verwarmingselementen die beantwoorden aan de voorschriften van de *onderafdeling 5.2.9.13.* en van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.2.5.* zijn toegelaten in de vloeren van volumes 1, 2 en 3 indien ze bedekt zijn met een metalen netwerk dat verbonden is met de bijkomende equipotentiaalverbinding.

Afdeling 7.1.5. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.1.5.1. Uitwendige invloeden

De combinaties van de uitwendige invloeden «aanwezigheid van water», «toestand van het menselijk lichaam»

en «contacten met de aardpotentiaal» zijn aangegeven in *tabel 7.3*.

Tabel 7.3. Rumten die een bad of douche bevatten: combinaties van de uitwendige invloeden AD, BB en BC

Uitwendige invloeden	*Volume 0*	*Volume 1*	*Volume 2*	*Volume 3*	*Volume 1*bis
Aanwezigheid van water	AD7	AD4/AD5*	AD4	AD2	AD4
Toestand van het menselijk lichaam	BB3	BB3	BB2	BB2	BB2
Contact met de aardpotentiaal	BC4	BC3	BC3	BC2	BC2

* zie *afdeling 7.1.6.*

Onderafdeling 7.1.5.2. Elektrische leidingen

De hiernavolgende voorschriften zijn van toepassing op de elektrische leidingen geplaatst in de volumes 0, 1, 1*bis*, 2 en 3 alsook op de elektrische leidingen die in de badkamer op minder dan 5 cm diepte verzonken zijn in de wanden, vloeren en plafonds die deze volumes begrenzen.

De elektrische leidingen mogen geen enkel metalen element bevatten (zoals pantsering, stalen buis...) behalve hun kernen.

In het volume 0 moeten de elektrische leidingen beperkt worden tot deze die deel uitmaken van het erin toegelaten elektrisch materieel. In de volumes 1, 1*bis* en 2 moeten de elektrische leidingen beperkt worden tot deze noodzakelijk voor de voeding van het elektrisch materieel binnen deze volumes.

Verbindingsdozen van elektrische leidingen zijn verboden in het volume 0.

In de volumes 1, 1*bis*, 2 en 3 zijn de enige toegelaten plaatsingswijzen van elektrische leidingen op laagspanning en op zeer lage spanning:
- de plaatsing in buizen verzonken in de wanden, vloeren en plafonds overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.2.9.3.*;
- de plaatsing in de vrije lucht en de plaatsing in opbouw overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.2.9.5.* Niettemin zijn de elektrische leidingen van het type VGVB niet toegelaten in de volumes 1 en 2;
- de plaatsing in de constructieruimten overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.2.9.*9.;
- de verzonken plaatsing zonder buizen overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.2.9.10.*

In dezelfde volumes moet bij gebruik van elektrische leidingen op zeer lage veiligheidsspanning, de beschermingswijze door isolatie worden toegepast zoals bepaald in *punt a.* van *onderafdeling 4.2.5.4.* en dit ongeacht de plaatsingswijze.

Onderafdeling 7.1.5.3. Elektrisch materieel

a. Algemeenheden

Het gebruik van elektrisch materieel in de volumes 0 en 1 moet zoveel mogelijk worden beperkt.

De installatie van vast elektrisch materieel bestemd voor de voeding of bescherming van andere lokalen is verboden in de volumes 0, 1, 1*bis* en 2.

b. Elektrisch materieel in volume 0

In het volume 0 is alleen geschikt elektrisch materieel toegelaten dat redelijkerwijze enkel in dit volume 0 kan worden geïnstalleerd en dat gevoed wordt op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in *tabel 7.2*. Het voedingstoestel voor deze zeer lage veiligheidsspanning moet zich buiten de zones 0, 1 en 2 bevinden.

c. Elektrisch materieel in volume 1

In het volume 1 zijn enkel toegelaten:
- elektrisch materieel dat gevoed wordt op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in *tabel 7.2*. Het voedingstoestel voor deze zeer lage veiligheidsspanning moet zich buiten de volumes 0, 1 en 2 bevinden;
- vast opgestelde, op laagspanning gevoede toestellen voor de productie van sanitair warmwater.

d. Elektrisch materieel in volume 2

In het volume 2 zijn enkel toegelaten:
- het elektrisch materieel dat gevoed wordt op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in *tabel 7.2*. Het voedingstoestel voor deze zeer lage veiligheidsspanning moet zich buiten de zones 0, 1 en 2 bevinden;
- de vast opgestelde op laagspanning en zeer lage spanning gevoede verlichtingstoestellen, met inbegrip van deze ingebouwd in toiletkasten, bestemd voor plaatsing in badkamers, evenals hun eventueel ingebouwde schakelaars, op voorwaarde dat ze ten minste 1,60 m boven het niveau van de vloer zijn gemonteerd;

- de vast opgestelde op laagspanning en zeer lage spanning gevoede elektrische verwarmingstoestellen of ventilatoren van de klasse II, alsook de vast opgestelde op laagspanning gevoede toestellen voor de productie van sanitair warmwater;
- contactdozen, elk individueel beschermd door een beschermingstransformator met een vermogen van maximaal 100 W die de scheiding verzekert van de stroombanen overeenkomstig de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.*;
- contactdozen beschermd door een differentieelstroominrichting met zeer grote gevoeligheid.

e. Elektrisch materieel in het volume 1bis

Het elektrisch materieel opgesteld in het volume 1*bis* is beperkt tot het noodzakelijke voor de werking van een badkuip voor hydromassage met inbegrip van het voedingspunt.

Afdeling 7.1.6. Bijzondere regels voor badkamers en stortbadzalen in niet-huishoudelijke installaties

Voor badkamers en stortbadzalen in niet-huishoudelijke installaties zijn alle hoger vermelde voorschriften van toepassing. Evenwel is de beschermingsgraad van het toegelaten elektrisch materieel in het volume 1 ten minste IPX5.

Eveneens is het toegelaten:
- dat doorgaande elektrische leidingen aanwezig zijn;
- dat doorgaande elektrische leidingen een pantsering omvatten voor zover zij bekleed zijn met isolerend materiaal over hun gehele traject in de badkamers en /of stortbadzalen.

Hoofdstuk 7.2. Zwembaden

Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit hoofdstuk *7.2.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op zwembaden, op voetbaden alsook op fonteinen en andere waterkommen die toegankelijk zijn voor personen. Deze voorschriften zijn ook van toepassing op de aanpalende volumes. In deze volumes is bij normaal gebruik risico op een elektrische schok verhoogd als gevolg van de vermindering van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam en zijn contact met het aardpotentiaal.

Voor de fonteinen en de andere waterkommen die ontoegankelijk zijn gemaakt voor personen door middel van materiële elementen die voldoende stevig en aangepast zijn, zijn de voorschriften van *hoofdstuk 7.100.* van toepassing.

Afdeling 7.2.2. Bepaling van de algemene karakteristieken – Classificatie van de volumes

Volume 0: het inwendig volume van de zwembadkom, zijn openingen in de wanden of de bodem, en de voetbaden.

Volume 1: het volume begrensd door:
- het volume 0;
- het verticaal oppervlak gelegen op 2 m van de rand van de kom;
- de vloer;
- het horizontaal vlak gelegen op 2,5 m boven de vloer of boven het oppervlak waar personen zich kunnen bevinden.

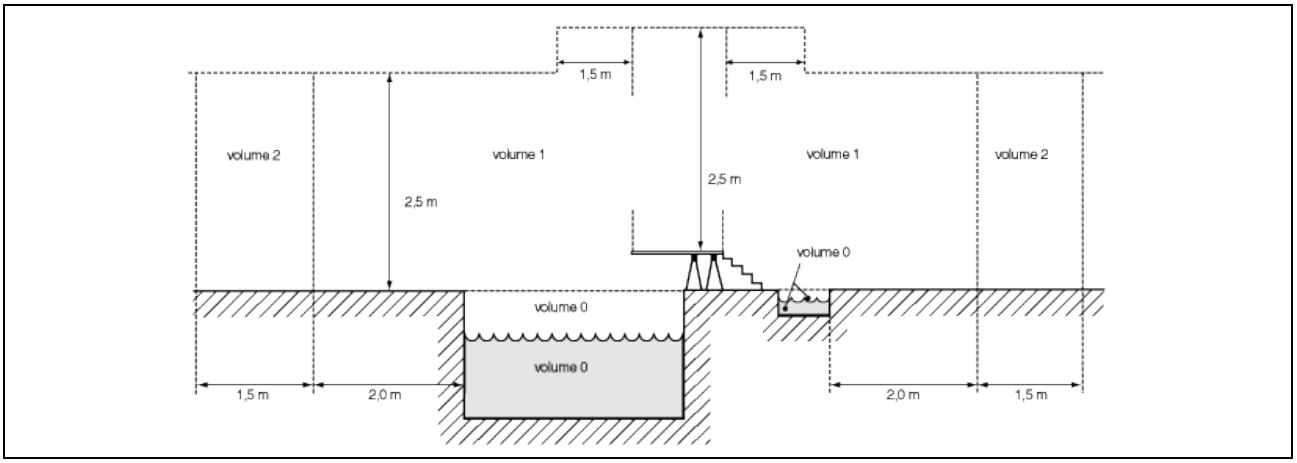
Wanneer in het zwembad duiktorens, springplanken, startblokken, glijbanen of structurele elementen waar personen zich kunnen bevinden aanwezig zijn, is het volume 1 begrensd door:
- een verticaal oppervlak gelegen op 1,5 m rond de duiktorens, springplanken, startblokken, glijbanen en toegankelijke structurele elementen;
- het horizontaal vlak gelegen op 2,5 m boven het hoogste niveau waar personen zich kunnen bevinden.

Volume 2: het volume begrensd door:
- het verticaal buitenoppervlak van het volume 1 en het ermee evenwijdig oppervlak gelegen op 1,5 m ervan. In de mate dat de uitwendige invloeden AD4/BC3 aanwezig zijn voorbij dit evenwijdig oppervlak dient deze plaats te worden beschouwd als deel uitmakend van volume 2;
- de vloer;
- het horizontaal vlak gelegen op 2,5 m boven de vloer of boven het oppervlak waar personen zich kunnen bevinden.

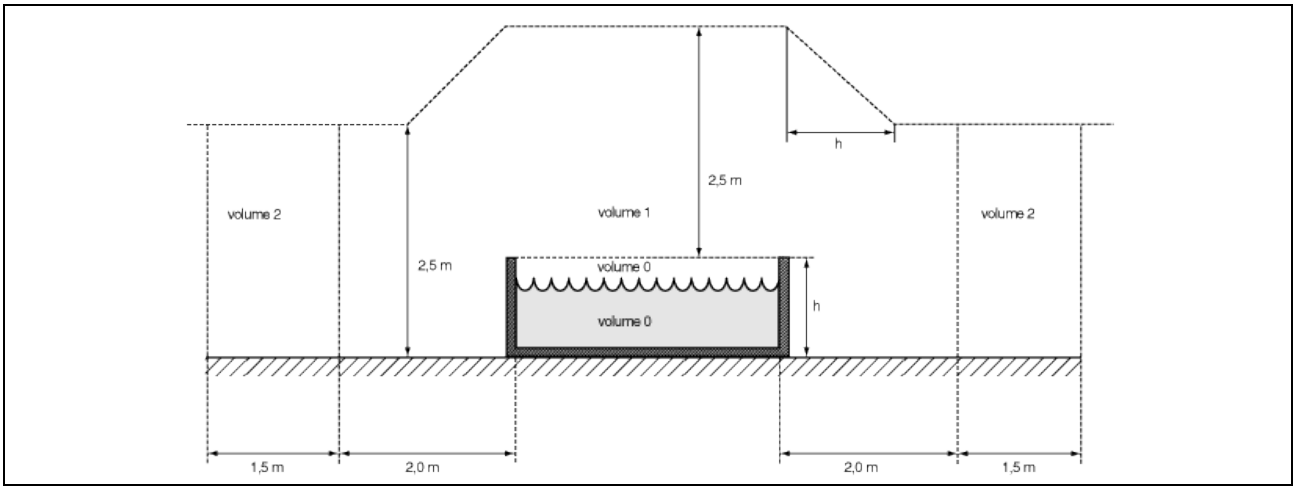
De aanwezigheid van vaste wanden met een minimumhoogte van 2,5 m heeft een begrenzende invloed op de hierboven vermelde volumes 1 en 2.

De *figuren 7.12.* t.e.m. *7.14.* verduidelijken de verschillende volumes voor enkele gevallen.

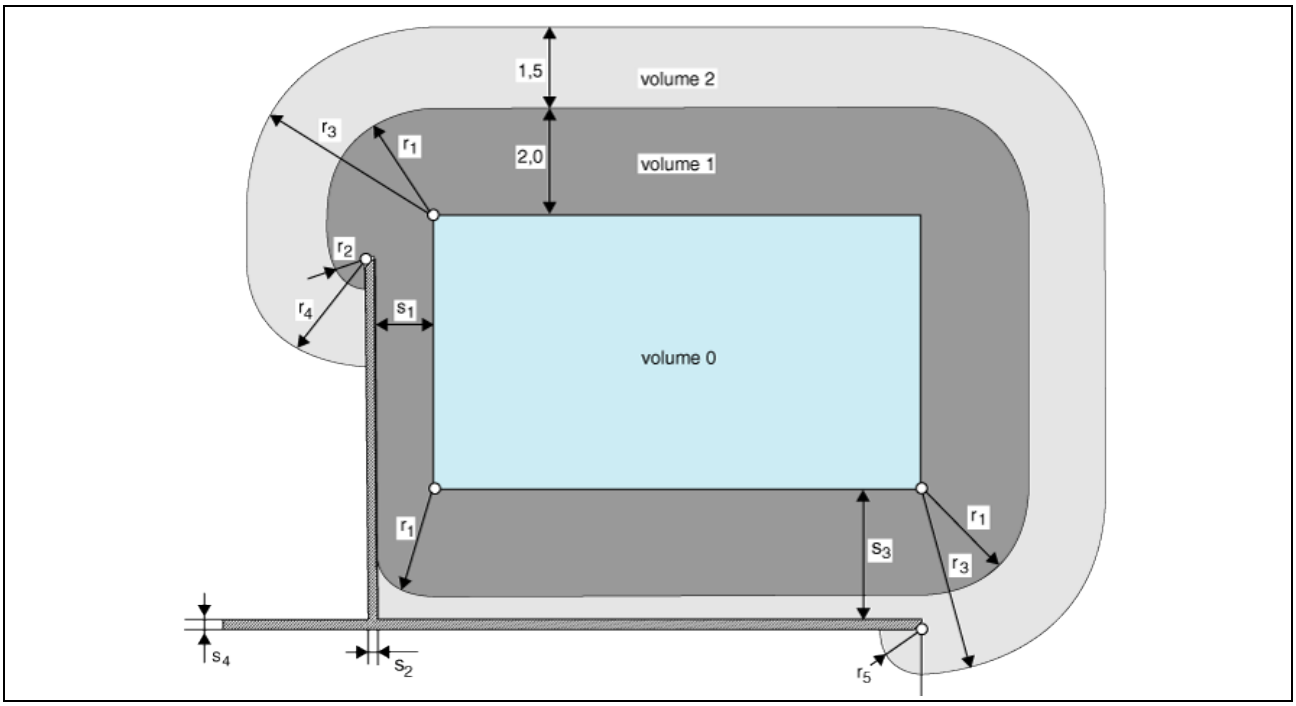
Figuur 7.12. Afmetingen van de volumes voor zwembaden en voetbaden



Figuur 7.13. Zwembaden: afmetingen van de volumes voor bovengrondse kommen



Figuur 7.14. Zwembaden: voorbeeld van de afmetingen van de volumes met vaste wanden van minstens 2,5 m hoogte (bovenzicht)



Afmetingen in meter:

$r_1 = 2$

$r_2 = r_1 - s_1 - s_2$

$r_3 = 3,5$

$r_4 = r_3 - s_1 - s_2$

$r_5 = r_3 - s_3 - s_4$

Afdeling 7.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.2.3.1. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Wanneer de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning is haar maximumspanning gelijk aan de overeenkomstige waarde in *tabel 7.4*.

Tabel 7.4. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking: maximumspanning bij gebruik van ZLVS in de verschillende volumes van zwembaden

Maximumspanningen in V	*Volume 0*	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 tot 1,25 m	*1,25 tot 2 m*	
Wisselspanning	12	12	25	25
Gelijkspanning met rimpel	18	18	36	36
Gelijkspanning zonder rimpel	30	30	60	60

Onderafdeling 7.2.3.2. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking – Beschermingsgraad van het elektrisch materieel

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking wordt verzekerd door het gebruik van isolatie, hindernissen of omhulsels.

De beschermingsgraad van het elektrisch materieel is ten minste deze aangegeven in *tabel 7.5.*

Tabel 7.5. Minimum beschermingsgraad van elektrisch materieel in de verschillende volumes van zwembaden

	Volume 0	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 tot 1,25 m	*1,25 tot 2 m*	
Minimum beschermingsgraad	IPX7/IPX8	IPX5	IPX4 (*)	IPX4 (*)

(*) Bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning van ten hoogste 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel, is geen enkele beschermingsgraad vereist.

Onderafdeling 7.2.3.3. Veiligheidsscheiding van de stroombanen

Wanneer de beschermingsmaatregel tegen elektrische schokken door middel van veiligheidsscheiding van de stroombanen toegepast wordt, mag een beschermingstransformator slechts één enkel toestel voeden.

Onderafdeling 7.2.3.4. Bijkomende equipotentiaalverbinding

Een bijkomende equipotentiaalverbinding (*zie onderafdeling 4.2.3.2.*), uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.4.4.2.,* verbindt alle vreemde gelijktijdig genaakbare geleidende delen en massa's van het elektrisch materiaal in de volumes 0, 1 en 2 met uitzondering van de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage veiligheidsspanning.

Afdeling 7.2.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.2.4.1. Uitwendige invloeden

De combinaties van de uitwendige invloeden «aanwezigheid van water», «toestand van het menselijk lichaam» en «aanraking met de aardpotentiaal» zijn vermeld in *tabel 7.6.*

Tabel 7.6. Zwembaden: combinaties van de uitwendige invloeden AD, BB en BC

Uitwendige invloed	*Volume 0*	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 tot 1,25 m	*1,25 tot 2 m*	
Aanwezigheid van water	AD7/AD8	AD5	AD4	AD4
Toestand van het menselijk lichaam	BB3	BB3	BB2	BB2
Aanraking met de aardpotentiaal	BC4	BC3	BC3	BC3

Onderafdeling 7.2.4.2. Elektrische leidingen

In het volume 0 moeten de elektrische leidingen beperkt worden tot deze die deel uitmaken van het erin toegelaten elektrisch materieel.

In de volumes 1 en 2 moeten de zichtbare elektrische leidingen, evenals deze verzonken op een diepte kleiner dan of gelijk aan 5 cm, voorzien zijn van een bijkomende isolatie en geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *afdeling 2.7.1.*). Ze mogen geen enkel metalen buitenomhulsel hebben.

De verzonken elektrische leidingen moeten verticaal of horizontaal worden geplaatst. In het laatste geval bevinden zij zich nabij het plafond.

In de volumes 1 en 2 moeten de elektrische leidingen beperkt worden tot deze noodzakelijk voor de voeding van het elektrisch materieel binnen deze volumes.

Verbindingsdozen van elektrische leidingen zijn verboden in de volumes 0 en 1. Voor de stroombanen op ZLVS zijn zij echter toegelaten in volume 1.

Onderafdeling 7.2.4.3. Elektrisch materieel

a. Bedieningstoestellen, regelinrichtingen en contactdozen

Met uitzondering van de aantikdetectoren zijn alle bedieningstoestellen, regelinrichtingen en contactdozen verboden in de volumes 0 en 1.

Bedieningstoestellen, regelinrichtingen en contactdozen zijn toegelaten:
- in het volume 1, indien ze worden geplaatst in een isolerend omhulsel op meer dan 1,25 m van de grens van het volume 0 en ten minste 0,3 m boven de vloer;
- in het volume 2,

op voorwaarde dat ze door één van de volgende maatregelen beschermd zijn:
- voeding op ZLVS van ten hoogste 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel. Het voedingstoestel voor deze ZLVS moet zich buiten de volumes 0, 1 en 2 bevinden. Dit toestel mag in volume 2 worden geplaatst indien zijn voedingsstroombaan beschermd is door een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid;
- automatische onderbreking van de voeding door middel van een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid;
- individuele veiligheidsscheiding per bedieningstoestel, regelinrichting of contactdoos volgens de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.* Het voedingstoestel moet zich buiten de volumes 0, 1 en 2 bevinden. Dit toestel mag in volume 2 worden geplaatst indien zijn voedingsstroombaan beschermd is door een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid.

b. Verlichtingstoestellen

De verlichtingstoestellen in volume 0 mogen slechts worden gevoed op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in de tabel van *onderafdeling 7.2.3.1.*

In de volumes 1 en 2 zijn verlichtingstoestellen toegelaten op voorwaarde dat ze door één van de volgende maatregelen beschermd zijn:
- voeding op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in de tabel van *onderafdeling 7.2.3.1.*;
- mechanische bescherming (uitwendige invloed AG2) die enkel met behulp van gereedschap kan worden verwijderd, en geplaatst op een afstand van ten minste 2,25 m boven het vlak waar personen zich kunnen bevinden.

c. Verwarmingselementen verzonken in vloeren

Verwarmingselementen verzonken in vloeren en wanden van volume 0 zijn verboden.

Verwarmingselementen die beantwoorden aan de voorschriften van *onderafdeling 5.2.9.13.* en *punt c.* van *onderafdeling 4.2.2.5.* zijn toegelaten in de vloeren van volumes 1 en 2 indien ze bedekt zijn met een metalen netwerk dat verbonden is met de bijkomende equipotentiaalverbinding.

d. Andere toestellen

In de volumes 0, 1 en 2 moeten de elektrische machines en toestellen, andere dan deze aangehaald in voornoemde punten, aan de volgende voorwaarden voldoen:
- ze zijn noodzakelijk voor de uitbating van het zwembad (pompen...);
- ze zijn ondergebracht in een omhulsel met een isolatie gelijkwaardig aan een toestel van klasse II en met een mechanische bescherming (uitwendige invloed AG2);
- ze zijn bijkomend beschermd door één van de volgende maatregelen:
  - voeding op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden weergegeven in de tabel van *onderafdeling 7.2.3.1.*, of
  - automatische onderbreking van de voeding door middel van een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid, of
  - individuele veiligheidsscheiding volgens de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.*

Indien het elektrisch materieel geplaatst is in een kabelkanaal of technische ruimte in het volume 1 of 2:
- is er enkel toegankelijkheid voor het dienst- en onderhoudspersoneel;
- is er automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het wegnemen of openen van omhulsels;
- mag dit kanaal of deze ruimte niet onder water kunnen lopen.

Afdeling 7.2.5. Bijzondere regels

Onderafdeling 7.2.5.1. Private zwembaden in huishoudelijke installaties

Samen met de voorschriften van dit hoofdstuk, zijn voor de private zwembaden in huishoudelijke installaties ook deze van *hoofdstuk 7.1.* van toepassing.

Onderafdeling 7.2.5.2. Therapeutische badinrichtingen

De elektrische uitrusting van therapeutische badinrichtingen moet aan dezelfde voorwaarden beantwoorden als de elektrische installatie in het beschermingsvolume van zwembaden.

Nochtans, indien de therapeutische badinrichting badkuipen omvat voor maximaal vier personen wordt in het beschermingsvolume het gebruik toegelaten van een pompmotor met een beschermingsgraad gelijk aan IPX3 voor zover het materieel in een speciale behuizing is ondergebracht die een doeltreffende bescherming biedt tegen waterval.

Hoofdstuk 7.3. Sauna's

Afdeling 7.3.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.3.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

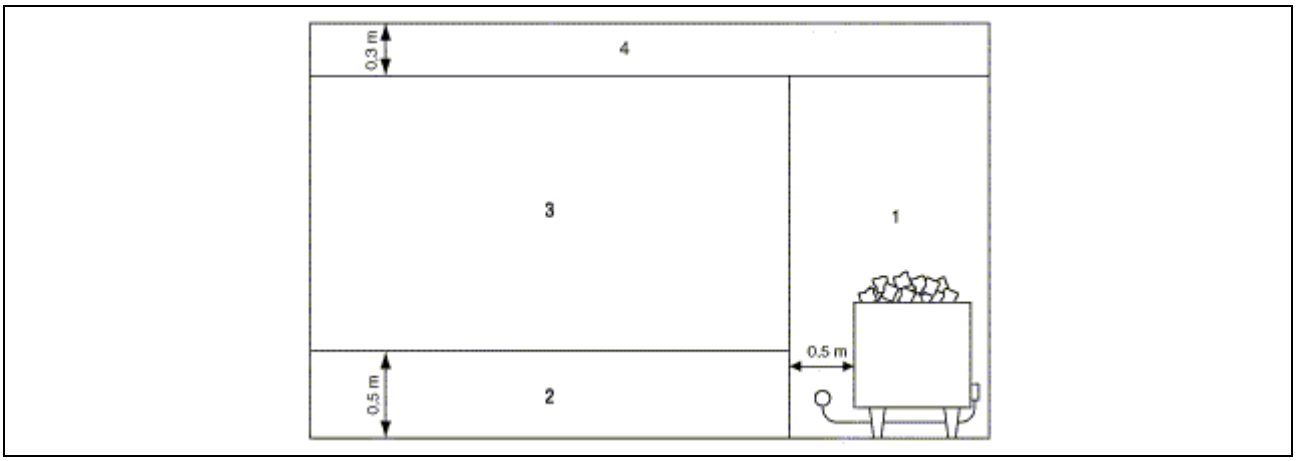
De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op lokalen waarin uitrustingen voor sauna's zijn geïnstalleerd.

Afdeling 7.3.2. Bepaling van de algemene karakteristieken

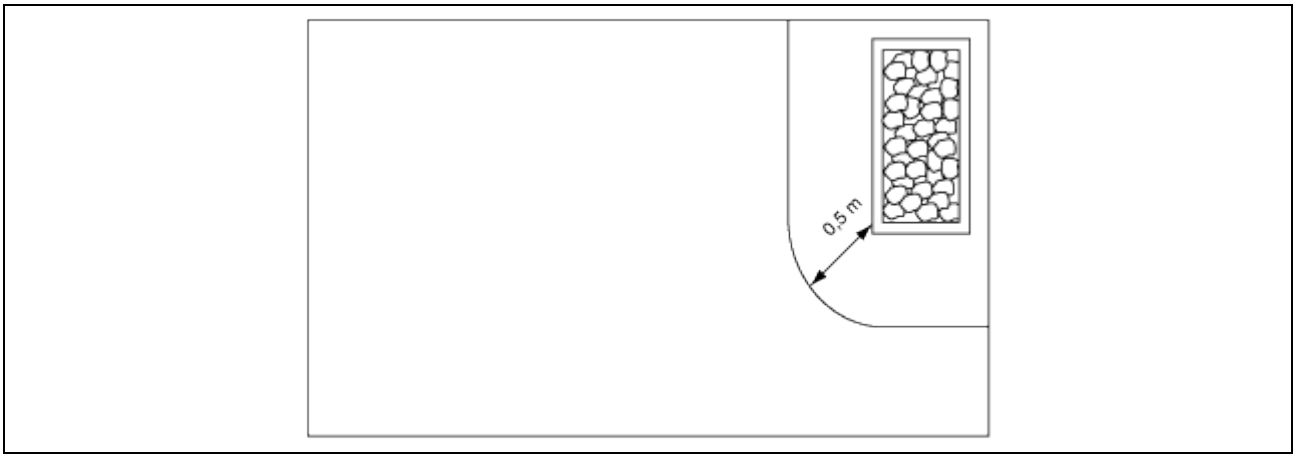
Onderafdeling 7.3.2.1. Volumes

De *figuren 7.15.* en *7.16.* geven de verschillende volumes van sauna's weer.

Figuur 7.15. Verschillende volumes van sauna's – Zijaanzicht



Figuur 7.16. Verschillende volumes van sauna's – Bovenaanzicht



Onderafdeling 7.3.2.2. Uitwendige invloeden

Sauna's zijn ruimten, gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:
- elektrische weerstand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water: AD4;
- contact met de aardpotentiaal: BC3;
- wat de omgevingstemperatuur betreft, wordt een onderscheid gemaakt in functie van de 4 volumes (*zie onderafdeling 7.3.2.1.*)
  - in volume 1 is enkel elektrisch materieel toegelaten dat behoort bij de verwarmingstoestellen voor sauna's;
  - in volume 2 gelden geen bijzondere voorschriften in verband met de weerstand van het materieel tegen warmte;
  - in volume 3 moet het elektrisch materieel kunnen weerstaan aan een temperatuur van 125 °C;

- in volume 4 mogen enkel verlichtingstoestellen, bedienings- en regelinrichtingen voor verwarmingstoestellen voor sauna's en hun elektrische aansluitleidingen worden geïnstalleerd; de temperatuurvoelers moeten verplicht in volume 4 worden geplaatst. De weerstand tegen warmte is zoals voorgeschreven voor volume 3.

Afdeling 7.3.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning is de maximumwaarde 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.3.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.3.4.1. Beschermingsgraad van het elektrisch materieel

De beschermingsgraad van het elektrisch materieel is ten minste IPX4.

Onderafdeling 7.3.4.2. Elektrische leidingen

De elektrische leidingen moeten voorzien zijn van een bijkomende isolatie en geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *afdeling 2.7.1.*). Ze mogen geen enkel metalen buitenomhulsel hebben.

Onderafdeling 7.3.4.3. Elektrisch materieel

In de saunaruimten zijn enkel verwarmingstoestellen, met inbegrip van hun bedienings- en regelinrichtingen, verlichtingstoestellen, hun elektrische aansluitleidingen en aansluitdozen als elektrisch materieel toegelaten.

Deze toestellen moeten:
- hetzij beschermd zijn door een individuele veiligheidsscheiding volgens de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.;*
- hetzij van klasse I zijn, hun voedingsstroombanen zijn beschermd door differentieelstroominrichtingen met grote of zeer grote gevoeligheid;
- hetzij van de klasse II zijn of een veiligheid, tegen elektrische schokken, gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II hebben;
- hetzij van klasse III zijn en gevoed zijn op zeer lage veiligheidsspanning overeenkomstig de waarden van *afdeling 7.3.3.*

Alle andere elektrische toestellen moeten buiten de saunaruimte worden geplaatst.

Hoofdstuk 7.4. Werfinstallaties en buiteninstallaties

Afdeling 7.4.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.4.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op niet-huishoudelijke werfinstallaties en op huishoudelijke en niet-huishoudelijke buiteninstallaties.

Afdeling 7.4.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.4.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door een automatische onderbreking van de voeding moet de absolute conventionele grensspanning U_L, gelijk aan 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel genomen worden.

Onderafdeling 7.4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door zeer lage veiligheidsspanning

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door zeer lage veiligheidsspanning, is de maximumwaarde van de spanning 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.4.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.4.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden

De elektrische buiteninstallaties en werfinstallaties, met uitzondering van deze op kaaien en pieren, zijn gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:
- toestand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water AD2 tot AD4;
- contact met de aardpotentiaal: BC3.

Onderafdeling 7.4.3.2. Elektrische leidingen

De soepele elektrische leidingen bezitten een vergrote mechanische weerstand en een bijkomende isolatie en zijn geklasseerd hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *afdeling 2.7.1.*).

Onderafdeling 7.4.3.3. Elektrisch materieel

a. Schakel- en verdeelborden voor werven

Aan de oorsprong van elke werfinstallatie moet een geheel opgesteld worden die een algemeen bedieningstoestel en de hoofdbeschermingsinrichtingen bevat. De scheidings- en beschermingsinrichting van de verdeelstroombanen moeten worden aangebracht in hetzelfde schakel- en verdeelbord of in afzonderlijke schakel- en verdeelborden.

De voeding van gebruiksapparaten gebeurt vanaf de schakel- en verdeelborden die, volgens de noden, het volgende bevatten:
- de onderbrekingsinrichtingen;
- de beschermingsinrichtingen tegen overstromen;
- de beschermingsinrichtingen tegen onrechtstreekse aanrakingen;
- de contactdozen.

De hiervoor vermelde schakel- en verdeelborden moeten voldoen aan de voorschriften van het *onderafdelingen 5.3.6.1.* en *5.3.6.2.*

De voorziene schakel- en verdeelborden mogen gegroepeerd of afzonderlijk geplaatst worden.

De schakel- en verdeelborden moeten een voldoende stabiliteit hebben om de risico's van omvallen te vermijden.

Zij moeten gemakkelijk verplaatsbaar zijn. Indien hun gewicht en hun afmetingen het vereisen, moeten ze voorzien zijn van een handgreep of en hijsring.

b. Contactdozen voor werfinstallaties

De contactdozen moeten worden beschermd tegen mechanische beschadiging en geplaatst worden:
- hetzij aan de binnenzijde van schakel- en verdeelborden die geen enkel risico van omkanteling vertonen en die, indien nodig, gemakkelijk verplaatst kunnen worden;
- hetzij, indien noodzakelijk, op vaste steunpunten.

Hoofdstuk 7.6. Geleidende afgesloten ruimten

Afdeling 7.6.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.6.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op installaties van geleidende afgesloten ruimten en op de voeding van de apparatuur binnen deze ruimten.

Afdeling 7.6.2. Begrippen en definities

Geleidende afgesloten ruimten zijn enge ruimten waarvan de wanden essentieel gevormd worden door metalen of zeer geleidende delen die met de aarde verbonden zijn. De mogelijkheden voor een persoon om het contact met deze wanden te verbreken zijn er beperkt.

Afdeling 7.6.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Alleen volgende beschermingsmaatregelen zijn toegelaten:

1. voor draagbaar materieel met uitzondering van draagbare verlichtingstoestellen
   - hetzij voeding op zeer lage veiligheidsspanning met maximumwaarde U gelijk aan respectievelijk 25 of 12 V wisselspanning, 36 of 18 V gelijkspanning met rimpel en 60 of 30 V gelijkspanning zonder rimpel naargelang de toestand van het menselijk lichaam gekenmerkt is door de uitwendige invloeden BB1 of BB2/BB3;
   - hetzij een toestel van klasse II of een toestel van klasse I, indien een toestel van klasse II niet bestaat. Elk toestel moet dan afzonderlijk gevoed worden door een beschermingstransformator;
2. voor draagbare verlichtingstoestellen en vaste toestellen die niet beschermd zijn tegen mechanische invloeden: voeding op zeer lage veiligheidsspanning met een maximumwaarde *U*, bepaald in *punt 1.*;
3. voor het vast materieel, met uitzondering van de verlichtingstoestellen die niet beschermd zijn tegen mechanische invloeden: actieve maatregelen met automatische onderbreking van de voeding naargelang het systeem van de verbindingen met de aarde (*onderafdeling afdeling 4.2.3.4.*) van zodra de contactspanning de waarde van de veiligheidsspanning overtreft. De waarde van de relatieve conventionele grensspanning moet in dit geval gelijk genomen worden aan *U* zoals hiervoor bepaald.

De voedingsinrichtingen voor de zeer lage veiligheidsspanning of de veiligheidstransformatoren moeten buiten de geleidende afgesloten ruimten geplaatst worden.

Indien het voor bepaald materieel, zoals meet- of controletoestellen, nodig is te beschikken over een functionele aardverbinding, moet een bijkomende equipotentiale verbinding (zie *onderafdeling 4.2.3.2.*), conform de schikkingen van *onderafdeling 5.4.4.2.*, aangelegd worden die alle massa's en alle vreemde geleidende delen met elkaar verbindt in de geleidende afgesloten ruimte.

Wanneer de aandrijfmotor zich buiten de geleidende afgesloten ruimte bevindt, mag gebruik gemaakt worden van andere beschermingsmaatregelen op voorwaarde dat het toestel aangedreven wordt via een soepele as of een andere krachtoverbrenging die voldoet aan het voorschrift van bijkomende isolatie (*afdeling 2.4.2.*).

Afdeling 7.6.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.6.4.1. Uitwendige invloeden

De geleidende afgesloten ruimten worden gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:

- contact met de aardpotentiaal: BC4;
- aanwezigheid van water: AD1 tot AD8;
- elektrische toestand van het menselijk lichaam: BB1 tot BB3.

Onderafdeling 7.6.4.2. Elektrische leidingen

De elektrische leidingen moeten een bijkomende isolatie hebben en geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *afdeling 2.7.1.*). Ze mogen geen enkel metalen buitenomhulsel hebben.

Hoofdstuk 7.8. Campings

Afdeling 7.8.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.8.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de elektrische installatiedelen die voorzien zijn voor de voeding van kampeerwagens, kampeerauto's, tenten...

Afdeling 7.8.2. Aansluitingspunt

Het aansluitingspunt van kampeerwagens, kampeerauto's, tenten, … dient te worden gevoed door een individuele contactdoos.

Afdeling 7.8.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Elk aansluitingspunt van kampeerwagens, kampeerauto's, tenten... dient individueel te worden beschermd door een differentieelstroominrichting met grote gevoeligheid. De waarde van de conventionele grensspanning is 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.8.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.8.4.1. Uitwendige invloeden

Het elektrisch materieel dat kampeerwagens, kampeerauto's, tenten… voedt op kampeerterreinen is gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:

- toestand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water: AD4 en AD5;
- contact met de aardpotentiaal: BC3.

Onderafdeling 7.8.4.2. Elektrisch materieel

Het aardingscontact van contactdozen moet verbonden worden met de aardverbinding van de massa's van de voedingsinstallatie.

Hoofdstuk 7.9. Jachthavens

Afdeling 7.9.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.9.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de elektrische installaties die voorzien zijn voor de voeding van pleziervaartuigen.

Afdeling 7.9.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Elk aansluitingspunt van plezierboten dient individueel te worden beschermd door een differentieelstroominrichting met grote gevoeligheid. De waarde van de conventionele grensspanning is 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.9.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.9.3.1. Uitwendige invloeden

Het elektrisch materieel dat plezierboten aan kaaien en pieren voedt, is gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:

- toestand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water: AD4 en AD5;
- contact met de aardpotentiaal: BC3.

Onderafdeling 7.9.3.2. Elektrisch materieel

Het aardingscontact van contactdozen moet verbonden worden met de aardverbinding van de massa's van de voedingsinstallatie.

Hoofdstuk 7.11. Foorinstallaties

Afdeling 7.11.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.11.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op tijdelijke elektrische installaties van tenten, structuren, standen... geïnstalleerd op locaties zoals foren, markten, circussen, expositieruimten...

Afdeling 7.11.2. Bescherming tegen elektrische schokken

In foorinstallaties, welke ook de voedingswijze is, met uitzondering van zeer lage veiligheidsspanning, moeten de beschermingsgeleiders verbonden zijn met een aardverbinding waarvan de spreidingsweerstand niet groter is dan 500 Ω.

Alle stroombanen met uitzondering van deze gevoed op zeer lage veiligheidsspanning, moeten ten minste beschermd zijn door een differentieelstroominrichting waarvan de aanspreekstroom niet groter is dan 100 mA of door een beschermingsinrichting tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking met een gelijkwaardige veiligheid.

Hoofdstuk 7.100. Fonteinen en andere waterkommen

Afdeling 7.100.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit hoofdstuk *7.100*. De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op fonteinen en andere waterkommen die ontoegankelijk zijn gemaakt voor personen door middel van materiële elementen die voldoende stevig en aangepast zijn. Deze voorschriften zijn ook van toepassing op de aanpalende volumes.

Voor de fonteinen en de andere waterkommen die toegankelijk zijn voor personen zijn de voorschriften met betrekking tot zwembaden (*hoofdstuk 7.2.*) van toepassing.

Afdeling 7.100.2. Bepaling van de algemene karakteristieken - Classificatie van de volumes

Volume 0: het inwendig volume van de kom, zijn openingen in de wanden of de bodem, en het inwendig volume van cascades of van fonteinen.

Volume 1: het volume begrensd door:
- het volume 0;
- het verticaal oppervlak gelegen op 2 m van de rand van de kom;
- de grond,
- het horizontaal vlak gelegen op 2,5 m boven de grond of boven het oppervlak waar personen zich kunnen bevinden.

Wanneer in de fonteinen of andere waterkommen structurele elementen aanwezig zijn waar personen zich kunnen bevinden, is het volume 1 begrensd door:
- een verticaal oppervlak gelegen op 1,5 m rond voornoemde structurele elementen;
- het horizontaal vlak gelegen op 2,5 m boven het hoogste niveau waar personen zich kunnen bevinden.

De aanwezigheid van vaste wanden met een minimum hoogte van 2,5 m heeft een begrenzende invloed op het hierboven vermelde volume 1.

Er bestaat geen volume 2.

Afdeling 7.100.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.100.3.1. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking bij gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Wanneer de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking in de volumes 0 en 1 verzekerd wordt door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning is haar maximumspanning gelijk aan 50 V wisselspanning, 75 V gelijkspanning met rimpel of 120 V gelijkspanning zonder rimpel.

Onderafdeling 7.100.3.2. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking - Beschermingsgraad van het elektrisch materieel

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking in de volumes 0 en 1 wordt verzekerd door het gebruik van isolatie, hindernissen of omhulsels.

De beschermingsgraad van het elektrisch materieel is ten minste:
- IPX7/IPX8 in het volume 0;
- IPX5 in het volume 1.

Onderafdeling 7.100.3.3. Veiligheidsscheiding van de stroombanen

Wanneer de beschermingsmaatregel tegen elektrische schokken door middel van veiligheidsscheiding van de stroombanen toegepast wordt, mag een beschermingstransformator slechts één enkel toestel voeden.

Onderafdeling 7.100.3.4. Bijkomende equipotentiaalverbinding

Een bijkomende equipotentiaalverbinding (zie *onderafdeling 4.2.3.2.*), uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen van *onderafdeling 5.4.4.2.*, verbindt alle vreemde gelijktijdig genaakbare geleidende delen en massa's van het elektrisch materiaal in de volumes 0 en 1 met uitzondering van de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage veiligheidsspanning.

Afdeling 7.100.4. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.100.4.1. Elektrische leidingen

In de volumes 0 en 1 moeten de elektrische leidingen beperkt worden tot deze noodzakelijk voor de voeding van het elektrisch materieel binnen deze volumes.

Verbindingsdozen van elektrische leidingen en contactdozen zijn verboden in de volumes 0 en 1. Voor de stroombanen op ZLVS zijn zij echter toegelaten in volume 1.

Onderafdeling 7.100.4.2. Elektrisch materieel

a. Verlichtingstoestellen

In de volumes 0 en 1 zijn verlichtingstoestellen toegelaten op voorwaarde dat ze door één van de volgende maatregelen beschermd zijn:
- voeding op ZLVS overeenkomstig de waarden van *onderafdeling 7.100.3.1.* Het voedingstoestel voor deze ZLVS moet zich buiten de volumes 0 en 1 bevinden;
- automatische onderbreking van de voeding door een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid;
- individuele veiligheidsscheiding volgens de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.3.3.* Het voedingstoestel moet zich buiten de volumes 0 en 1 bevinden.

De verlichtingstoestellen in de volumes 0 en 1 moeten vast opgesteld en voorzien zijn van een mechanische bescherming (uitwendige invloed AG2) die enkel met behulp van gereedschap kan worden verwijderd.

De verlichtingstoestellen in volume 0, geplaatst achter vaste vensters en gevoed buiten het volume 0, moeten zodanig worden geïnstalleerd dat geen enkel galvanisch contact tussen de massa van de verlichtingstoestellen en de geleidende delen van de vensters kan ontstaan.

b. Andere elektrische toestellen

In de volumes 0 en 1 zijn enkel pompen en het elektrisch materieel aangehaald in voormelde punten toegelaten.

De pompen zijn beschermd door één van de beschermingswijzen aangehaald in *punt a.*

Indien het elektrisch materieel geplaatst is in een kabelkanaal of technische ruimte in het volume 1:
- is er enkel toegankelijkheid voor het dienst- en onderhoudspersoneel;
- is er automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het wegnemen of openen van omhulsels;
- mag dit kanaal of deze ruimte niet onder water kunnen lopen.

Hoofdstuk 7.101. Voertuigen of aanhangwagens voor wegvervoer tijdens het stationeren

Afdeling 7.101.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.101.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de voeding van elektrische uitrusting geplaatst op motorvoertuigen of aanhangwagens voor wegvervoer gedurende het stationeren.

Afdeling 7.101.2. Bescherming tegen elektrische schokken

De voeding van de elektrische uitrusting, geplaatst op motorvoertuigen of aanhangwagens voor wegvervoer, moet gedurende het stationeren op één van volgende wijzen geschieden:

- door een generator op het voertuig of de aanhangwagen zelf. Alle massa's van elektrische toestellen en machines moeten onderling verbonden zijn. De generator mag geen elektrische toestellen en machines buiten het voertuig of de aanhangwagen voeden tenzij de massa's van deze toestellen en machines elektrisch verbonden zijn met deze van het voertuig of de aanhangwagen;
- door een openbaar verdeelnet door middel van een beschermingstransformator of door een motor-generatorgroep die gelijkwaardige veiligheidswaarborgen biedt;
- rechtstreeks door een openbaar verdeelnet op voorwaarde dat het elektrisch materieel van het voertuig of de aanhangwagen beschermd is door een differentieelstroominrichting met grote, of zeer grote gevoeligheid. De massa's van het op het voertuig of de aanhangwagen geïnstalleerd elektrisch materieel zijn verbonden met een aardverbinding waarvan de spreidingsweerstand niet groter is dan 800 Ω.

Bij gebruik van de voedingssystemen aangehaald in het 2e en 3e streepje hiervoor, is de ingang van het voedingssnoer op het voertuig of de aanhangwagen zodanig uitgevoerd dat geen isolatiefout kan ontstaan waarbij het risico ontstaat dat de metalen massa van het voertuig of de aanhangwagen onder spanning komt, bijvoorbeeld door het gebruik van een ingang van isolerend materiaal rond de kabel geklemd of door het gebruik van een toestelcontactdoos.

Hoofdstuk 7.102. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Afdeling 7.102.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.102*. De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de elektrische installaties in de hierna gedefinieerde gevaarlijke ruimten.

Deze bepalingen zijn niet van toepassing op het gebruik van gastoestellen waarop de voorschriften van het koninklijk besluit van 3 juli 1992 betreffende het op de markt brengen van gastoestellen van toepassing zijn, in die zin dat deze gastoestellen zelf niet beschouwd worden als emissiebronnen die een explosieve atmosfeer kunnen veroorzaken.

Afdeling 7.102.2. Begrippen en definities

Atmosferische omstandigheden: omgevingsomstandigheden waarbij de druk kan variëren tussen 80 kPa (0,8 bar) en 110 kPa (1,1 bar) en de temperatuur tussen −20 °C en +40 °C (gas) en + 60 °C (stof) en waar het zuurstofgehalte 21 ± 1 volumeprocent bedraagt.

Explosieve atmosfeer: een mengsel van lucht en ontvlambare substanties in de vorm van gas, dampen, nevels of stofdeeltjes, onder atmosferische omstandigheden waarin de verbranding zich na ontsteking uitbreidt tot het gehele niet-verbrande mengsel.

Gevaarlijke ruimte: een ruimte in dewelke een explosieve atmosfeer aanwezig is of aanwezig kan zijn in die mate dat bijzondere voorzorgen dienen genomen te worden voor de bouw, de installatie en het gebruik van elektrisch materieel, om de bescherming van personen en goederen te verzekeren tegen de gevaren welke inherent zijn aan een explosieve atmosfeer.

Niet-gevaarlijke ruimte: een ruimte in dewelke geen explosieve atmosfeer in voldoende hoeveelheid verwacht wordt om het nemen van bijzondere voorzorgen noodzakelijk te maken voor de bouw, de installatie en het gebruik van elektrisch materieel.

Emissiebron: punt of plaats waar zich een emissie van een ontvlambare substantie kan voordoen. Lagen, afzettingen en ophopingen van brandbaar stof worden eveneens als emissiebronnen beschouwd.

Afdeling 7.102.3. Algemene preventiemaatregelen

In de gevaarlijke ruimten of in hun nabijheid worden maatregelen getroffen om:
- de gevaarlijke ruimten en hun uitgestrektheid tot een strikt minimum te beperken;
- het gebruik van elektrisch materieel in deze ruimten zo veel als mogelijk te beperken;
- te vermijden dat het elektrisch materieel aanleiding zou geven tot de ontsteking van de eventueel aanwezige explosieve atmosfeer;
- de storingen en incidenten te beperken welke aanleiding kunnen geven tot een explosieve atmosfeer.

De storingen en de incidenten die het ontstaan van een explosieve atmosfeer kunnen veroorzaken worden ingedeeld als al dan niet deel uitmakend van het normaal bedrijf, op basis van de elementen van de risicoanalyse en de risico-evaluatie, in het bijzonder op basis van hun frequentie en de duur tijdens welke elk van deze explosieve atmosferen kan blijven bestaan.

Afdeling 7.102.4. Indeling gevaarlijke ruimten

Gevaarlijke ruimten worden op basis van de frequentie en duur van het optreden van een explosieve atmosfeer als volgt in zones ingedeeld:

Zone 0: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk aanwezig is.

Zone 1: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf waarschijnlijk af en toe aanwezig kan zijn.

Zone 2: een ruimte waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en waar, wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

Zone 20: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk, aanwezig is.

Zone 21: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht, in normaal bedrijf af en toe aanwezig kan zijn.

Zone 22: een ruimte waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht bij normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

Afdeling 7.102.5. Vaststelling van de zones

Voorafgaandelijk aan de vaststelling van de zones en van hun uitgestrektheid, vergewist de uitbater zich ervan dat de gegevens die nodig zijn voor hun vaststelling, beschikbaar zijn in overeenstemming met *punten a.* tot *k.* hieronder.

Bij de indeling van de gevaarlijke ruimten wordt ten minste rekening gehouden met:

a) het type van de installatie, de aard van de activiteit en de toegepaste procedés;
b) de werkomstandigheden en de gebruikte uitrustingen;
c) de karakteristieken van de ontvlambare gasvormige substanties, in het bijzonder de concentratie, de relatieve dichtheid, de minimale ontstekingstemperatuur, de minimale ontstekingsenergie, de dampdruk, de ontploffingsgrenzen...;
d) de karakteristieken van de brandbare substanties onder de vorm van stof, in het bijzonder de korrelgrootteverdeling en hun concentratie in de lucht, de vochtigheidsgraad, de zelfontbrandingstemperatuur, de minimale ontstekingstemperatuur, de minimale ontstekingsenergie, de ontploffingsgrenzen...;
e) de plaats en de karakteristieken (debiet, frequentie en duur van de emissie...) van de emissiebronnen en de hoeveelheid geloosde brandbare substantie;
f) de aanwezigheid van hindernissen (wanden, daken...) die de verdunning en de verspreiding van de brandbare substantie kunnen beïnvloeden en de aanwezigheid van ruimten (holten, elektrische leidingen...) waarin de brandbare substantie zich kan ophopen of zich gemakkelijk kan verplaatsen;
g) de openingen in de hindernissen vermeld in *punt.*;
h) de doeltreffendheid van de afdichtingen;
i) het drukverschil tussen:
   - de gevaarlijke ruimten;
   - de gevaarlijke ruimten en de niet-gevaarlijke ruimten;
j) lagen, ophopingen van brandbaar stof en hun cumulatief effect;
k) de kenmerken van natuurlijke en/of kunstmatige ventilatie alsook de luchtverplaatsing die de vorming van stofwolken tot gevolg kan hebben.
   Indien de kunstmatige ventilatie van belang is voor de vaststelling van de zonetypes en/of hun uitgestrektheid, dient rekening te worden gehouden met de bedrijfszekerheid ervan.
   De vaststelling van de zones en van hun begrenzing is gesteund op:
   - ofwel berekeningen;
   - ofwel metingen;
   - ofwel ervaring;
   - ofwel een combinatie van de hiervoor vermelde criteria.

Indien een technische bedrijfseenheid het voorwerp is geweest van een indeling in gevaarlijke zones, mogen geen wijzigingen aan de uitrusting, noch aan de uitbatingsprocedures worden doorgevoerd zonder voorafgaandelijk de verantwoordelijken van de indeling van de gevaarlijke zones daarover te hebben geraadpleegd.

Afdeling 7.102.6. Documenten

De gegevens welke vermeld zijn in *afdeling 7.102.5.* worden omschreven in een omstandig verslag en de geografische afmetingen van de zones worden daarenboven aangebracht op één of meerdere zoneringsplannen zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.*

Dit zoneringsverslag vermeldt de gegevens waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Het zoneringsverslag en zoneringsplan zijn ten opzichte van elkaar identificeerbaar.

Deze documenten worden goedgekeurd en geparafeerd door de uitbater of zijn afgevaardigde en door de vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* Elke wijziging van één van de parameters

welke de indeling in zones heeft bepaald, geeft aanleiding tot het aanpassen van het zoneringsplan en van het zoneringsverslag, dat opnieuw wordt goedgekeurd en geparafeerd door de uitbater of zijn afgevaardigde en door de vertegenwoordiger van het erkend organisme.

Afdeling 7.102.7. Keuze van de elektrische machines en toestellen en hun beveiligingssystemen

In de gevaarlijke ruimten worden de elektrische machines en toestellen en de beveiligingssystemen gekozen overeenkomstig de categorieën bepaald (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij in het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij in het koninklijk besluit van 21 april 2016 betreffende het op de markt brengen van apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen.

Met name de volgende categorieën apparatuur worden in die zones gebruikt, mits zij geschikt zijn voor de betrokken gassen, dampen, nevels en/of het betrokken stof, naar gelang het geval:
- in zone 0 en zone 20, categorie 1-apparatuur;
- in zone 1 en zone 21, categorie 1- of categorie 2-apparatuur;
- in zone 2 en zone 22, categorie 1-, categorie 2- of categorie 3-apparatuur.

In afwijking van het eerste en het tweede lid, mogen de elektrische machines en apparaten en de beveiligingssystemen die reeds vóór 30 juni 2003 in de Europese Unie voor de eerste maal in de handel werden gebracht, niet in overeenstemming zijn met de bepalingen van het koninklijk besluit van 22 juni 1999 mits zij aan elk van de drie volgende voorwaarden voldoen:
- de geïnstalleerde elektrische machines en apparaten en de beveiligingssystemen beantwoorden aan de voorschriften van het koninklijk besluit van 12 augustus 1981 tot vaststelling van de veiligheidswaarborgen die het elektrisch materieel, bestemd voor gebruik in explosieve omgeving, evenals de stopcontacten voor huishoudelijk gebruik en de voedingsinrichtingen voor elektrische afsluitingen moeten bieden;
- de risico-evaluatie toont aan dat ze veilig gebruikt kunnen worden;
- de risico-evaluatie is goedgekeurd door een erkend organisme dat eveneens geaccrediteerd is voor de controles van elektrische installaties in zones met explosiegevaar.

Het elektrisch materieel moet karakteristieken hebben die aangepast zijn aan de aanwezige uitwendige invloeden.

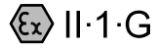
Het elektrisch materieel wordt zo gekozen dat de maximale oppervlaktetemperatuur van hun onderdelen geen aanleiding kan geven tot de ontsteking van de eventueel aanwezige stoflaag.

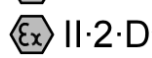
Bijzondere aandacht moet worden verleend aan mogelijke reacties van het elektrisch materieel ten opzichte van aanwezige scheikundige producten.

Bij de keuze van elektrisch materieel wordt rekening gehouden met de indicaties op de signalisatieplaat en met de gebruiksaanwijzing vermeld (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij in het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij in het koninklijk besluit van 21 april 2016, bijvoorbeeld de letters G (gas) en D (stof), de gasgroepen IIA-IIB-IIC, de temperatuurklasse T1 tot T6.

Op elke elektrische machine en toestel en elk beveiligingssysteem dienen, goed leesbaar en onuitwisbaar, ten minste de volgende gegevens te zijn aangebracht:
- de naam van de fabrikant;
- de CE-markering, gevolgd door de identificatie van de fabrikant en eventueel van de aangemelde instantie;
- de specifieke explosiebeveiligingsmarkering

  gevolgd door het symbool van de apparatengroep en de categorie, gevolgd voor apparaten van groep II door de letter «G» voor explosieve omgevingen te wijten aan de aanwezigheid van gas, damp of nevel en/of de letter «D» voor explosieve omgevingen te wijten aan de aanwezigheid van stof; voorbeelden:

  
- de onmisbare gegevens voor de gebruiksveiligheid; voorbeelden:
  - EEx de IIB, T4
  - ExtD 22 T 135°C
  - «NIET OPENEN ONDER SPANNING»

Wanneer verschillende brandbare producten worden gebruikt in hetzelfde lokaal of in een zelfde deel ervan, wordt rekening gehouden met de strengste graad voor elke parameter.

Indien de explosieve atmosfeer te wijten is aan de aanwezigheid van geleidend stof (soortelijke weerstand $\leq 10^3\ \Omega m$) dienen de elektrische apparaten ten minste van de categorie 2D te zijn.

De uitbater moet aan de met toezicht belaste ambtenaren en aan het erkend organisme belast met de gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname de nodige documenten kunnen voorleggen zodat nagegaan kan worden of het elektrisch materieel aangepast is aan de gebruiksomstandigheden en zonder gevaar kan worden gebruikt.

Het betreft onder andere:
- voor elektrisch materieel waarvan het certificaatnummer wordt gevolgd door het achtervoegsel X, de documenten die de gebruiksvoorwaarden en/of installatiespecificaties bevatten;
- voor intrinsiek veilige systemen waarvoor geen certificaat bestaat voor de volledige stroombaan, een systeembeschrijving opgesteld door de systeemontwerper;
- de hierboven vermelde gebruiksaanwijzing.

Afdeling 7.102.8. Installeren van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.102.8.1. Algemeenheden

Het installeren en onderhouden van elektrische machines of toestellen, gebouwd volgens één van de in *afdeling 7.102.7.* vermelde categorieën dient te geschieden door gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel dat de bijzondere vereisten voor installatie en onderhoud eigen aan dit materieel kent.

Elektrisch materieel moet zo geïnstalleerd worden dat de dissipatie van de warmte, bij normaal gebruik voortgebracht door het elektrisch materieel, niet gehinderd wordt.

Elektrisch materieel moet worden geïnstalleerd volgens de in *afdeling 7.102.7.* vermelde gebruiksaanwijzing.

Bijzondere aandacht moet worden geschonken aan het thermisch vermogen gedissipeerd door materieel zoals transformatoren, weerstanden, klemmenstroken, lampen, smeltveiligheden...

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een gevaarlijke warmteconcentratie te vermijden moet een gepast koelsysteem voorzien worden. Als voor het elektrisch materieel de toelaatbare temperaturen overschreden worden moet dit materieel buiten spanning gesteld worden.

Motoren die bij variabele frequentie en spanning worden gevoed, moeten aan een van de volgende eisen voldoen:
a) ofwel is de motor voorzien:
   - van een beveiligingsinrichting die de motor uitschakelt vóór de toelaatbare oppervlaktetemperatuur overschreden wordt, door middel van temperatuursensoren die in de motor ingebouwd zijn en in de documentatie ervan gespecificeerd worden;
   - of van andere efficiënte middelen om zijn oppervlaktetemperatuur te beperken tot een waarde die de toelaatbare oppervlaktetemperatuur niet overtreft.

   In deze gevallen hoeft de combinatie van de motor en de omvormer niet samen beproefd te worden;
b) ofwel maakt het geheel gevormd door de motor, de omvormer en de beveiligingsinrichting het voorwerp uit van een verklaring van overeenstemming.

Onderafdeling 7.102.8.2. Installeren en onderhouden van elektrische machines en toestellen

Elektrische machines en toestellen zijn zodanig opgesteld of afgeschermd dat de stofnederzetting zoveel mogelijk wordt beperkt en dat de reiniging gemakkelijk kan worden uitgevoerd.

Het installeren en onderhouden zijn volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd met naleving van de bepalingen van de gebruiksaanwijzing. Een bijzondere aandacht wordt besteed aan de hieronder vermelde punten.

a. Beschermingsmethode «d»

De drukvaste verbindingen (flenzen) tussen de drukvaste behuizingen (EExd) en hun verwijderbare delen (deksels) moeten zijn beschermd tegen corrosie.

Het gebruik van pakkingen is enkel toegelaten wanneer de documentatie bij het materieel hierin voorziet.

Vervanging van onderdelen (bv. lampen, bouten, kogellagers...) mag enkel geschieden d.m.v. onderdelen met dezelfde kenmerken.

b. Beschermingsmethode «e»

Voor kooiankermachines en synchrone machines die niet door een frequentieregelaar of door een softstarter zijn bestuurd moeten de keuze en de regeling van de beschermingsinrichtingen in functie van de maximale opwarmingstijd «t_E» en de aanloopstroomverhouding I_A/I_N aangegeven op de identificatieplaat uitgevoerd worden.

Als de tijd t_E niet kan gerespecteerd worden, dienen geschikte alternatieve beschermingsmiddelen te worden toegepast.

c. Beschermingsmethode «i»

Intrinsiek veilige stroombanen dienen derwijze te worden geïnstalleerd dat de in het systeem opgeslagen energiewaarde geen aanleiding kan geven tot een ontsteking van de aanwezige explosieve atmosfeer. De bescherming tegen het binnendringen van energie vanuit de omgeving wordt gewaarborgd.

De parameters van de samenstellende delen van intrinsiek veilige stroombanen (EExi) dienen op elkaar te zijn afgestemd ten einde de vrijwaring van de beschermingswijze te waarborgen. De maximum toegelaten waarden worden ontleend aan de bij het materieel behorende documentatie.

Wanneer meerdere intrinsiek veilige stroombanen galvanisch met elkaar tot een systeem verbonden worden, moet ook het samenstel van elektrische parameters voldoen aan de eisen van intrinsieke veiligheid.

De ontwerper stelt een beschrijvend document op over het systeem waarin de onderdelen van elektrisch materieel en de elektrische parameters van het systeem, met inbegrip van de elektrische leidingen, worden beschreven.

Bijhorend materieel van intrinsiek veilige stroombanen moet bij voorkeur buiten de gevaarlijke ruimten worden aangebracht, zo niet moet het uitgerust zijn met een andere beschermingswijze.

De aarding van de omhulsels en de intrinsiek veilige stroombanen dient te worden uitgevoerd overeenkomstig de regels van goedvakmanschap.

d. Beschermingsmethode «p»

De aanvoer- en afvoerkanalen van beschermingsgassen ten behoeve van elektrische machines en toestellen uitgevoerd volgens de beschermingswijze door interne overdruk (EExp) zijn ontworpen voor een overdruk van:
- ofwel 1,5 maal de door de fabrikant van het materieel opgegeven maximale overdruk onder normaalbedrijf;
- ofwel de maximale overdruk die de overdrukbron kan bereiken wanneer alle uitgangen zijn gesloten en dit met een minimum van 200 Pa (2 mbar).

De voor de kanalen gebruikte materialen zijn bestand tegen de uitwerking van zowel het gebruikte beschermingsgas als de gassen of dampen aanwezig in de beschouwde gevaarlijke ruimten.

De plaatsen waar het beschermingsgas in de aanvoerkanalen wordt aangezogen moeten zich buiten de gevaarlijke ruimten bevinden.

De aanzuigkanalen waarvan de druk van het beschermingsgas lager is dan de atmosferische druk moeten hermetisch zijn.

De afvoerkanalen die uitmonden in een zone 1 moeten voorzien zijn van een vonkenvanger.

Dit geldt tevens voor de afvoerkanalen in een zone 2, wanneer bij het te beschermen materieel onder normale bedrijfsomstandigheden vonken kunnen vrijkomen.

Ter plaatse samengebouwde overdruksystemen (EExp) dienen veiligheidswaarborgen te bieden gelijkwaardig aan de bijzondere voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde normen of komen overeen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Beschermingsmethode «o»

Maatregelen zijn genomen (opstelling, zuiverheid) opdat het oliepeil van de niveauaanwijzer op een correcte en veilige wijze kan worden afgelezen.

Onderafdeling 7.102.8.3. Herstelling van elektrische machines en toestellen

Elke herstelling van elektrische machines of toestellen wordt uitgevoerd door:
- hetzij de fabrikant;
- hetzij een gespecialiseerde werkplaats onder toezicht van de fabrikant of het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.*

Wanneer de herstelling geen wijziging van de beschermingskenmerken voor gevolg heeft van de herstelde elektrische machine of het herstelde toestel, levert de hersteller een document af dat deze niet-wijziging bevestigt.

Wanneer de herstelling een wijziging van de beschermingskenmerken voor gevolg heeft, zal de herstelde elektrische machine of toestel worden onderworpen aan een nieuw conformiteitsonderzoek volgens de procedure

bepaald in bijlage 9 (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij van het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij van het koninklijk besluit van 21 april 2016 – keuring per eenheid.

Onderafdeling 7.102.8.4. Installeren van elektrische leidingen

In de mate van het mogelijke dienen elektrische leidingen die niet geassocieerd zijn aan uitrustingen onderbracht in explosiegevaarlijke ruimten te worden geweerd uit deze ruimten.

Voor vaste aanleg moeten de elektrische leidingen en de bijbehoren zo zijn geïnstalleerd dat zij niet worden blootgesteld aan mechanische (schokken, trillingen...) thermische of chemische (corrosie...) invloeden.

Voor draagbare of verplaatsbare machines en toestellen zijn gebruikt:
- kabel met een versterkte polychloropreenmantel;
- kabel met een versterkte mantel uit synthetisch elastomeer;
- kabel met een versterkte rubbermantel;
- kabel met een gelijkwaardige mechanische bescherming.

In de explosieve stofzones, zijn de leidingaanlegsystemen (kabelbanen, kabelkanalen...) zodanig opgesteld of afgeschermd dat de stofophoping zoveel mogelijk wordt beperkt en dat de reiniging gemakkelijk kan worden uitgevoerd.

Constructieve en/of organisatorische maatregelen worden genomen tegen de accumulatie van gas en/of stof en de uitbreiding van explosiegevaarlijke gebieden via doorgaande leidingen (installatiebuizen, kokers, kabelgoten of -kanalen) en om te vermijden dat explosiegevaarlijke gas en/of stof er zich kunnen in opstapelen of doorgang verkrijgen.

De doorgaande leidingen zijn voorzien van afdichtingsmiddelen op de plaatsen waar deze een gevaarlijke ruimte binnengaan of verlaten.

Met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE), mogen geïsoleerde geleiders niet worden toegepast voor actieve geleiders, tenzij deze worden ondergebracht in schakel- en verdeelborden, behuizingen of systemen opgebouwd uit installatiebuizen rekening houdend met de bepalingen van *punt g.* van *onderafdeling 5.2.9.3*.

Indien stof zich in laagvorm op elektrische leidingen kan afzetten en de warmteafgifte van de elektrische leidingen kan verstoren moet de onder normale bedrijfsomstandigheden vooropgestelde maximum toelaatbare stroomsterkte I_z worden verlaagd tot $0{,}8 \cdot I_z$.

Wanneer voor draagbaar en verplaatsbaar materieel een metalen buigzame bewapening of afscherming in de kabel is geïntegreerd, mag dit niet de enige beschermingsgeleider zijn.

De geïsoleerde geleiders en kabels moeten aan de eisen van *onderafdeling 5.2.7.3.* beantwoorden, met uitzondering van de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in *onderafdelingen 5.2.7.1.*

De toegepaste aansluittechnieken alsmede de aansluittoebehoren van elektrische leidingen (kabels en installatiebuizen) op elektrische machines en toestellen zijn derwijze gekozen dat de desbetreffende beschermingswijze en beschermingsgraad van de behuizing gewaarborgd blijven.

Ongebruikte openingen voor de invoer van elektrische leidingen moeten zijn afgesloten met afsluitmiddelen die aangepast zijn aan de desbetreffende beschermingswijze en beschermingsgraad.

Uitgezonderd voor intrinsiek veilig elektrisch materieel moeten de afsluitmiddelen enkel met behulp van gereedschappen kunnen worden verwijderd.

De leidinginvoeren in behuizingen gebruikt in de beschermingswijze drukvast (EExd) en verhoogde veiligheid (EExe) dienen te zijn gecertificeerd.

Om de maximale oppervlaktetemperatuur van de weerstandsverwarmingskabels te beperken, moeten deze en hun temperatuurbeveiligingstoestellen worden geïnstalleerd volgens de aanwijzingen vervat in de bijbehorende documentatie.

a. Beschermingsmethode «d»

Nadat de geleiders of kabels in de installatiebuizen zijn aangebracht, moeten de afdichtingen worden gevuld met een dichtingmassa die bij het uitharden niet krimpt en niet gasdoorlatend wordt.
Deze afdichtingen moeten binnen een afstand van 450 mm van alle drukvaste omhulsels worden voorzien.

Wanneer een omhulsel specifiek is ontworpen om op een elektrische leiding in buis te worden aangesloten, maar moet worden aangesloten op kabels, mag een drukvast verloopstuk met een buislengte van niet meer dan 150 mm met de buisinvoer van het omhulsel worden verbonden.

b. Beschermingsmethode «e»

De in behuizingen met de beschermingswijze verhoogde veiligheid (EExe) gebruikte aansluitklemmen dienen gecertificeerd te zijn.

Niet-gebruikte geleiders dienen op vrije klemmen te worden aangesloten.

Het aansluiten van meer dan één geleider op een aansluitklem is slechts toegestaan wanneer de documentatie bij het materieel hierin voorziet. Bijzondere aandacht dient te worden besteed bij het aansluiten van geleiders met verschillende doorsnede.

c. Beschermingsmethode «i»

Om het kortsluitrisico tussen aangrenzende geleiders tot een minimum te beperken moet de isolatie van elke geleider tot aan het metaal van de aansluitklemmen in stand gehouden zijn.

Installaties met intrinsiek veilige stroombanen (EExi) moeten derwijze worden geïnstalleerd dat hun intrinsiek veilige eigenschappen niet nadelig worden beïnvloed door uitwendige elektrische of magnetische velden.

Intrinsiek veilige elektrische leidingen zijn ruimtelijk gescheiden aangelegd van de niet-intrinsiek veilige elektrische leidingen.

Deze bepaling geldt niet wanneer:
- tussen de intrinsiek veilige en niet-intrinsiek veilige elektrische leidingen geaarde metalen schermen aanwezig zijn;
- de intrinsiek veilige en niet-intrinsiek veilige elektrische leidingen door een geaard metalen tussenschot zijn gescheiden.

Geleiders van intrinsiek veilige stroombanen en niet-intrinsiek veilige stroombanen mogen niet gemeenschappelijk ondergebracht worden in eenzelfde kabel.

Indien schermen van intrinsiek veilige elektrische leidingen geaard zijn mag dit enkel in een punt van het scherm verwezenlijkt worden bij voorkeur in het niet-gevaarlijk gebied.

Hiervan mag worden afgeweken indien:
- er bijzondere redenen bestaan wegens de kenmerken van het scherm;
- tussen elk uiteinde van de stroombaan een galvanische verbinding tot stand gebracht is met de plaatselijk aanwezige bijkomende potentiaalvereffeningsgeleider;
- de aarding gebeurt via kleine condensatoren met een totale capaciteit van maximaal 10 nF.

De bewapening van de kabels moet met de aarde galvanisch verbonden worden. Aandacht dient hierbij geboden aan het voorkomen van circulatiestromen:
- hetzij van een ontstekingsgevaarlijk niveau;
- hetzij ontstekingsgevaarlijke vonken ter hoogte van de behuizinginvoersystemen.

Intrinsiek veilige stroombanen zijn derwijze gemerkt dat ze duidelijk te onderscheiden zijn van niet-intrinsiek veilige stroombanen.
Indien voor de markering een kleur wordt gebruikt moet dit de lichtblauwe kleur zijn.

Wanneer door de aanwezigheid van andere blauwe geleiders of kabels het risico voor verwarring bestaat tussen de intrinsiek veilige en de niet-intrinsiek veilige stroombanen moeten alternatieve maatregelen met betrekking tot de markering worden genomen.

De aansluitklemmen van de intrinsiek veilige stroombanen moeten duidelijk aangeduid zijn.

De aansluitklemmen van de intrinsiek veilige stroombanen zijn gescheiden van de aansluitklemmen van niet-intrinsiek veilige stroombanen door een tussenruimte van minimum 50 mm of door een isolerende scheidingsplaat of door een niet-isolerende, met de aarde verbonden scheidingsplaat.

De afstanden:
- tussen de blanke geleidende delen van de aansluitklemmen van intrinsiek veilige stroombanen;
- tussen de blanke geleidende delen van de aansluitklemmen van intrinsiek veilige stroombanen en de blanke geleidende delen van de andere geleiders;
- tussen de blanke geleidende delen van de aansluitklemmen van intrinsiek veilige stroombanen en de metalen geleidende delen die met de aarde zijn verbonden,

zijn zodanig dat elke mogelijkheid van contact wordt vermeden.

Onderafdeling 7.102.8.5. Beschermingstoestellen tegen foutstromen

Het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) onder foutomstandigheden is verboden. Deze bepaling geldt niet voor het toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een automatische schakelaar:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische wederinschakeling van de beschermingsinrichting rekening houdt met de veilige temperatuur van de elektrische machine of toestel.

In een IT-net, wanneer een automatische uitschakeling van het elektrisch materieel een ernstiger veiligheidsrisico zou kunnen inhouden dan het ontstekingsrisico, dient een isolatiecontroletoestel aangesloten op een doeltreffende meldinrichting te worden voorzien.

Organisatorische maatregelen zijn getroffen om onmiddellijk de gemelde gevaartoestand te verhelpen.

Maatregelen zijn genomen om de werking van driefasige motoren bij het ontbreken van een fase te voorkomen.

Onderafdeling 7.102.8.6. Elektrische noodonderbreking

Buiten de explosiegevaarlijke zones, zijn op doelmatig gekozen plaatsen inrichtingen voor elektrische noodonderbreking geplaatst, zoals voorzien in *punt c.* van *onderafdeling 5.3.3.1.,* die in noodgevallen toelaten de voeding naar de zone te onderbreken.
Elektrisch materieel waarvan de werking moet worden gewaarborgd om extra gevaar te voorkomen, mag niet zijn aangesloten op de nooduitschakelaars.

Afdeling 7.102.9. Bescherming tegen temperatuurverhoging en vonkvorming

Onderafdeling 7.102.9.1. Algemeenheden

Constructieve maatregelen zijn genomen om te vermijden dat in ontploffingsgevaarlijke gebieden elektrische installaties oorzaak zijn van het ontstaan van gevaarlijke temperatuurverhogingen of vonken te wijten aan:
- hetzij lek- of foutstromen;
- hetzij zwerfstromen;
- hetzij galvanisch contact met actieve delen;
- hetzij elektrostatische ontladingen;
- hetzij ontladingen veroorzaakt door kathodische beschermingsinstallaties.

Binnen een stofexplosiegevaarlijk gebied dient het insteken of uittrekken van stekkers spanningsloos te gebeuren.

Onderafdeling 7.102.9.2. Lek- en foutstromen

Met betrekking tot de lek- of foutstromen zijn de hierna vermelde maatregelen genomen:
a) de aanwending van een TN-C netstelsel is verboden in eender welke zone van een ontploffingsgevaarlijk gebied;
b) de aanwending van een TT netstelsel is verboden in de zone 0 en 20 en toegelaten in de zones 1, 2, 21 en 22 mits toepassing van een differentieelstroominrichting. De aanspreekstroom van de differentieelstroominrichting is bepaald volgens de regels van goed vakmanschap met een waarde van maximum 300 mA en een niet-vertraagde uitschakeltijd;
c) bij aanwending van een TN-S netstelsel dient dit in eender welke zone te worden beschermd door een differentieelstroominrichting. De aanspreekstroom van de differentieelstroominrichting is bepaald volgens de regels van goed vakmanschap met een waarde van maximum 300 mA en een niet-vertraagde uitschakeltijd. In een TN-S-net is het toegelaten geen differentieelstroominrichting te plaatsen voor de laagspanningsstroombanen voor zover:
   - een bijkomende equipotentiale verbinding wordt geïnstalleerd met in dit geval een minimale doorsnede van 10 mm^2; en
   - de verbindingspunten van de bijkomende equipotentiale verbinding en een massa van buitenuit zichtbaar zijn.
d) bij aanwending van een IT netstelsel dient de elektrische installatie in eender welke zone te worden bewaakt door een isolatiebewakingstoestel dat, bij iedere eerste isolatiefout waarbij het isolatieniveau onder het toegelaten niveau daalt:
   - de elektrische voeding onmiddellijk uitschakelt in zone 0 en 20;
   - de fout onmiddellijk signaleert wanneer het isolatieniveau, bij de toegekende spanning, daalt onder een isolatieweerstand van minder dan 50 Ω/V in de zones 1, 2, 21 en 22.

Onderafdeling 7.102.9.3. Potentiaalvereffening

De massa's en de vreemde geleidende delen ondergebracht in explosiegevaarlijke ruimten moeten zijn aangesloten op een bijkomende potentiaalvereffeningsverbinding.

Massa's van intrinsiek veilig materieel moeten niet verbonden zijn met de potentiaalvereffeningsverbinding, tenzij de installatievoorschriften van dit materieel het verplichten.

De bijkomende potentiaalvereffeningsverbinding (zie *onderafdeling 4.2.3.2.*), beantwoordt aan de eisen van *onderafdeling 5.4.4.2.*, wat betreft de verwezenlijking.

Onderafdeling 7.102.9.4. Galvanisch contact

Maatregelen zijn getroffen om ieder ongewild contact met actieve delen die niet-intrinsiek veilig zijn te voorkomen.

Werkzaamheden voor opstelling, afregeling, onderhoud en herstelling aan of in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen mogen enkel worden uitgevoerd indien:
- de nominale spanning van de delen in kwestie 1000 V wisselspanning en 1500 V gelijkspanning niet overschrijdt,
- voorafgaandelijk maatregelen zijn getroffen om de werkzaamheden zonder gevaar te laten verlopen en
- de werkzaamheden van dringende aard zijn en beperkt blijven tot werkzaamheden in de zones 1, 2, 21 of 22.

Deze bepalingen gelden niet voor intrinsiek veilige installaties.

Onderafdeling 7.102.9.5. Elektrostatische ontladingen

Met betrekking tot de elektrostatische ontladingen zijn maatregelen getroffen om de accumulatie van statische ladingen te voorkomen.

In dit opzicht:
- wordt de oppervlakteweerstand van elektrische machine- en toestelbehuizingen en leidingen in kunststof zodanig gekozen dat geen gevaarlijke elektrostatische oplading te vrezen valt ($R \leq 10^9\,\Omega$);
- is de waarde van de weerstand tussen de metalen machine- en toestelbehuizingen en de in hun nabijheid aanwezige vreemde geleidende delen kleiner dan of gelijk aan $10^6\,\Omega$.

Onderafdeling 7.102.9.6. Kathodische bescherming

Kathodische beschermde metalen delen die zich bevinden in gevaarlijke ruimten, worden geassimileerd met geleidende delen vreemd aan de installatie, die als potentieel gevaarlijk moeten worden beschouwd.

Er mag geen kathodische bescherming worden toegepast op metalen delen in zone 0 tenzij deze speciaal voor deze toepassing zijn ontworpen.

De isolerende elementen die voor de kathodische bescherming vereist zijn, moeten worden geplaatst buiten het gevaarlijke gebied. Indien dat niet mogelijk is, zijn constructieve maatregelen getroffen om vonkvorming als gevolg van een toevallige overbrugging te voorkomen.

De overgangsplaatsen, tussen de kathodisch en de niet kathodisch beschermde buisleidingen welke deel uitmaken van een laadinrichting van ontvlambare vloeistoffen of gassen, zijn aangebracht in het vast gedeelte van de verlaadinrichting.

Afdeling 7.102.10. Uitzonderingen in verband met de keuze van het materieel

Onder tijdelijke en bijzondere bedrijfsomstandigheden, zoals onderhoud, herstelling, wijziging van de installaties, mag elektrisch materieel gebruikt worden dat niet aan de hoger vermelde voorschriften voldoet op voorwaarde dat de uitbater of zijn afgevaardigde de specifieke risico's identificeert en evalueert die voortvloeien uit deze bedrijfsomstandigheden en uit het gebruik van dit elektrisch materieel.

Op grond van deze risico-evaluatie worden veiligheidsmaatregelen vastgelegd, zodat de werkzaamheden op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd.

Deze maatregelen moeten ervoor zorgen dat tijdens het gebruik van dit elektrisch materieel geen explosieve atmosfeer aanwezig kan zijn.

Daartoe worden er doeltreffende controlemetingen uitgevoerd zodat de afwezigheid van een explosieve atmosfeer op een betrouwbare wijze vastgesteld kan worden op alle plaatsen waar dit materieel wordt gebruikt.

De controlemetingen worden uitgevoerd door middel van gekalibreerde meettoestellen die worden gekozen in functie van de oorspronkelijke gevarenzone en van de kenmerken van de explosieve atmosfeer.

De controlemetingen worden uitgevoerd vóór de aanvang van de werkzaamheden en, indien uit de risicobeoordeling blijkt dat dit noodzakelijk is, ook tijdens de werkzaamheden.

Het identificeren en beoordelen van de risico's, het vastleggen van de veiligheidsmaatregelen en het uitvoeren van de controlemetingen die hierboven vermeld zijn, moeten onder de verantwoordelijkheid van de beheerder van de installaties worden uitgevoerd door een bevoegd persoon.

Hoofdstuk 7.103. Industriële accumulatorbatterijen

Afdeling 7.103.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.103.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op:
- de accumulatorenbatterijen waarvan de nominale capaciteit groter is dan of gelijk is aan 300 Wh bij een ontladingstijd van 5 uren;
- de accumulatorenbatterijen waarvan de nominale spanning groter is dan 120 V;
- de laadinrichtingen waarvan het nominaal vermogen groter is dan of gelijk is aan 200 VA;
- de gehelen omvattende één of meerdere van de hoger vermelde elementen.

Dit hoofdstuk is niet van toepassing op de accumulatoren en hun laadinrichtingen, gebruikt in huishoudelijke installaties.

Afdeling 7.103.2. Begrippen en definities

Accumulator: elektrochemisch systeem dat de toegevoerde elektrische energie opstapelt onder chemische vorm en deze terug kan geven door omgekeerde werking.

Cel: een geheel van elektroden en elektrolyt dat de basiseenheid vormt van een accumulator.

Accumulatorenbatterij: twee of meerdere met elkaar verbonden cellen die gebruikt worden als energiebron.

Accumulatorenbatterij met open cellen of cellen met ontluchting: accumulatorenbatterij waarvan de cellen een deksel hebben dat voorzien is van een opening waarlangs de ontstane gassen kunnen ontsnappen. Deze opening kan voorzien zijn van een ontluchtingsdop.

Accumulatorenbatterij met dichte cellen met regelventiel: accumulatorenbatterij waarvan de cellen onder normale omstandigheden gesloten zijn, doch voorzien zijn van een inrichting die het ontsnappen van gassen toelaat wanneer de inwendige druk een vooraf ingestelde waarde overtreft. Aan het elektrolyt van de cellen kan normaal geen toevoeging gebeuren.

Accumulatorenbatterij met gasdichte cellen: accumulatorenbatterij die bij normale werking noch gassen noch vloeistoffen laat ontsnappen voor zover ze gebruikt wordt binnen de door de constructeur voorgeschreven belastings- en temperatuurgrenzen.
De cellen kunnen voorzien zijn van een beveiligingsinrichting bestemd om gevaarlijk hoge inwendige druk te vermijden.
Het bijvullen van elektrolyt is niet noodzakelijk en de cel is ontworpen om gedurende haar levensduur te werken in de oorspronkelijke dichtheidstoestand.

Accumulatorenbatterij met hermetisch gesloten cellen: accumulatorenbatterij met gasdichte cellen zonder beveiligingsinrichting tegen gasontsnapping.

Vaste accumulatorenbatterij: accumulatorenbatterij die ondergebracht is in een daartoe voorbehouden en geschikte standplaats en permanent verbonden is aan een laad- en ontlaadinrichting.

Verplaatsbare accumulatorenbatterij: accumulatorenbatterij die geen vaste accumulatorenbatterij is.

Ruimte voor vaste accumulatorenbatterijen: een ruimte voorbehouden tot de werking (laden en ontladen) van vaste accumulatorenbatterijen, eventueel samen met hun laadinrichting.

Batterijkast: een kast waarin één of meerdere vaste gelijkstroomproductie-eenheden, eventueel samen met hun laadinrichting, zijn opgesteld.

Batterijtrog: een trog met volle wanden die meerdere accumulatorenbatterijen kan bevatten.

Laadruimte voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen: een ruimte uitsluitend bestemd voor het laden van verplaatsbare accumulatorenbatterijen.

Gelijkstroomproductie-eenheid: de gelijkstroomproductie-eenheid, in de zin van dit hoofdstuk, omvat de voedingsstroombaan van de accumulatorenbatterijen, de accumulatorenbatterijen en de gelijkstroombanen, aangesloten op deze accumulatorenbatterijen tot aan de algemene beveiligingsinrichting(en).

Voedingsstroombaan: de voedingsstroombaan omvat de eventuele secundaire wikkeling van de transformator, de eventuele gelijkrichter en hun aansluitingen tot op de accumulatorenbatterijen.

Afdeling 7.103.3. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.103.3.1. Algemeenheden

De gegroepeerde vaste gelijkstroomproductie-eenheden met een totale energie-inhoud van meer dan 20 000 VAh moeten zijn opgesteld in batterijkasten of in exclusieve ruimten van de elektrische dienst, uitsluitend voor deze doeleinden bestemd.

De accumulatorenbatterijen zijn elektrisch geïsoleerd van de vloer en/of van de wanden van hun opstellingsplaats. Deze isolatie is onder andere bestand tegen de corrosieve inwerking van het elektrolyt.

De ladingsstroombaan voor het laden van verplaatsbare accumulatorenbatterijen is gevoed door:
- hetzij een stroombaan op zeer lage veiligheidsspanning;
- hetzij een veilig gescheiden stroombaan.

De aansluitinrichtingen in de gelijkstroombanen voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen:
- mogen niet voorzien zijn van beschermingscontacten;
- verhinderen de omwisseling van polariteit, en ze verhinderen de koppeling en de ontkoppeling van de stroombaan onder belasting;
- laten geen verwarring toe tussen de verschillende nominale spanningen.

In de ruimten voor vaste accumulatorenbatterijen en in de laadruimten voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen mogen zich geen andere voorwerpen bevinden dan die welke voor het laden, de bediening, de controle en het onderhoud van de accumulatorenbatterijen nodig zijn.

De opstelling van de vaste of verplaatsbare gelijkstroomproductie-eenheden moet hun toezicht, hun vervanging, hun onderhoud en hun herstelling in alle veiligheid toelaten.

Wanneer vaste accumulatorenbatterijen opgesteld zijn in een batterijruimte of in een batterijkast, zijn op de toegangen duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare aanduidingen aangebracht, met vermelding van:
- de nominale spanning van de accumulatorenbatterijen;
- het toegangsverbod voor niet-gemachtigde personen;
- de elektrische gevaren, aangebracht onder de vorm van een waarschuwingsbord, zoals bepaald in *afdeling 9.4.1.*

De vaste accumulatorenbatterijen, geplaatst in gewone lokalen toegankelijk voor het publiek, zijn ondergebracht in omhulsels die een beschermingsgraad van ten minste IP 2X hebben en gesloten kunnen worden door middel van een veiligheidssleutel.

De ruimte voorbehouden voor het laden van verplaatsbare accumulatorenbatterijen is duidelijk afgebakend. Daartoe zijn materiële inrichtingen van voldoende mechanische weerstand (veiligheidsrails, in de grond verankerde drempels...) geplaatst om elke beschadiging te voorkomen van zowel de accumulatorenbatterijen als van hun laadinrichting.

Het personeel dat instaat voor de behandeling, het toezicht, het onderhoud en de herstelling is uitgerust met de persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen, gezichtsscherm...) tegen elektrische gevaren overeenkomstig de reglementaire bepalingen ter zake.

Wanneer in een ruimte voor vaste accumulatorenbatterijen of een laadruimte voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen, accumulatorenbatterijen met een verschillend elektrolyt zijn gevuld, zijn voorzorgsmaatregelen genomen om beschadiging van deze accumulatorenbatterijen te voorkomen omwille van hun verschil.

Onderafdeling 7.103.3.2. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning kleiner is dan of gelijk aan 60 V

De aansluitinrichtingen en de verbindingen van de gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning kleiner is dan of gelijk is aan 60 V, mogen blank blijven op voorwaarde dat:
- hetzij, de voorschriften van de zeer lage veiligheidsspanning zijn nageleefd;

– hetzij, zij geplaatst zijn in een uitsluitend hiervoor bestemde, afgebakende ruimte; deze afbakening bevindt zich ten minste op 0,50 m, horizontaal gemeten, van de rand van die eenheden.

Door het toepassen van één van de hierboven vermelde voorschriften wordt eveneens verondersteld dat de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking wordt verzekerd.

Onderafdeling 7.103.3.3. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 60 V en kleiner is dan of gelijk aan 120 V

De gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 60 V en kleiner is dan of gelijk aan 120 V, bieden een bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking:
– hetzij door middel van een omhulsel (*4.2.2.1.b.);*
– hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*);
– hetzij door de verwijdering van de actieve delen *4.2.2.1.d.*);
– hetzij door de afscherming van de actieve delen door hindernissen (*4.2.2.1.e.*).

Door het toepassen van één van de hierboven vermelde beschermingstechnieken wordt eveneens verondersteld dat de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking wordt verzekerd.

De voorschriften van de deze onderafdeling zijn niet van toepassing op de gelijkstroomproductie-eenheden, indien ze geplaatst zijn in een exclusieve ruimte van de elektrische dienst (*punt c.* van *onderafdeling 4.2.2.4.*).

Onderafdeling 7.103.3.4. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 120 V en kleiner is dan of gelijk aan 750 V

De gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning groter is dan 120 V en kleiner is dan of gelijk aan 750 V, bieden een bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking:
– hetzij door middel van een omhulsel (*4.2.2.1.b.*);
– hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*);
– hetzij door de verwijdering van de actieve delen (*4.2.2.1.d.*);
– hetzij door de afscherming van de actieve delen door hindernissen (*4.2.2.1.e.*).

In de exclusieve ruimten van de elektrische dienst (*punt c.* van *onderafdeling 4.2.2.4.*).) kan afgeweken worden van de hierboven vermelde voorschriften, op voorwaarde dat de afstand, tussen twee genaakbare naakte delen met een potentiaalverschil dat gelijk is aan of groter is dan 120 V, gelijk is aan of groter is dan 1,25 m.

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking voor diezelfde gelijkstroomproductie-eenheden wordt verzekerd:
– hetzij door het gebruik van een bijkomende of versterkte isolatie (*4.2.3.3.b.);*
– hetzij door het gebruik van gescheiden stroombanen (*4.2.3.3.c.)* waarbij de limietspanning nochtans op 750 V wordt gebracht voor deze toepassing;
– hetzij door het gebruik van een werkvlak op een zwevend potentiaal (*4.2.3.3.d.);*
– hetzij door de automatische verwittiging bij een isolatiefout (*afdeling 3.2.2.* en *onderafdeling 4.2.3.4.*) en hun snelle opheffing.

De vaste gelijkstroomproductie-eenheden mogen enkel in gewone lokalen zijn ondergebracht in omhulsels welke een beschermingsgraad van ten minste IP 2X hebben en gesloten kunnen worden door middel van een veiligheidssleutel.

Onderafdeling 7.103.3.5. Bijzondere voorschriften voor gelijkstroomproductie-eenheden, waarvan de nominale spanning hoger is dan 750 V

De gelijkstroomproductie-eenheden waarvan de nominale spanning groter is dan 750 V, zijn ondergebracht in exclusieve ruimten van de elektrische dienst.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen bij besluit, de installatievoorwaarden vastleggen voor de gelijkstroomproductie-eenheden waarvan de nominale spanning hoger is dan 750 V.

Onderafdeling 7.103.3.6. Bijkomende voorschriften

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen, ieder wat hen betreft, bij besluit, bijkomende veiligheidsvoorschriften opleggen voor de elektrische laadinstallaties van de gelijkstroomproductie-eenheden voor elektrische wegvoertuigen.

Afdeling 7.103.4. Bescherming tegen explosiegevaar

Onderafdeling 7.103.4.1. Algemeenheden

De oplaadinrichting van de verplaatsbare accumulatorenbatterijen is derwijze opgevat dat de oplading automatisch wordt gestopt bij het bereiken van de volledig opgeladen toestand van de erop aangesloten accumulatorenbatterij.

De ventilatie, hetzij natuurlijk hetzij kunstmatig, van de ruimte voor vaste of van de laadruimte voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen verzekert een voldoende verluchting van de ontsnappende elektrolyseproducten uit deze accumulatorenbatterijen. Deze verdunning heeft een minimale vorming van een ontplofbaar waterstof/luchtmengsel tot gevolg en beperkt tevens de afmetingen van de ruimte, onmiddellijk rond de accumulatorenbatterijen, waar nog een ontplofbaar mengsel bestaat. Bovendien vermijdt zij de aanwezigheid van een dergelijke ontplofbare atmosfeer in de niet-geventileerde zone.

De vaste en verplaatsbare accumulatorenbatterijen opgesteld in gewone ruimten vergen tijdens het laden een ventilatie beantwoordend aan de kenmerken van vorige alinea.

De voorkeur dient verleend aan een natuurlijke ventilatie.

Accumulatorenbatterijen ondergebracht in batterijkasten, -koffers of gelijksoortige ruimten mogen naar hun opstellingsruimte toe worden geventileerd, indien de afgevoerde producten niet meer ontplofbaar zijn.

De elektrische toestellen die tot de ontsteking van een ontplofbaar waterstof/luchtmengsel aanleiding kunnen geven (bv. vonkend materieel) zijn opgesteld:

a) buiten het volume omschreven door een verticale cilinder waarvan de wand 0,50 m buiten de rand van het geheel van de accumulatorenbatterijen uitsteekt en die gelegen is aan de bovenkant van deze accumulatorenbatterijen met een hoogte van 0,50 m;
b) De voorschriften van het *punt a.* zijn niet van toepassing op de vaste accumulatorenbatterijen ondergebracht in batterijkasten, -koffers of gelijksoortige ruimten voor zover:
   - ze geplaatst zijn in één voor hen voorbehouden compartiment; en
   - dat de scheidingswand tussen deze accumulatorenbatterijen en de elektrische toestellen geplaatst in dezelfde batterijkast, -koffer of gelijksoortige ruimte, geen enkele opening heeft waarlangs een ontplofbaar mengsel kan doorstromen.

De aansluitleidingen tussen de laadinrichtingen en de erop aangesloten accumulatorenbatterijen moeten kortsluit- en aardsluitveilig zijn aangelegd.
Bij gebruik van verplaatsbare aansluitleidingen moeten het middelzware polychloropreen mantelleidingen met rubberisolatie (H07RN-F) zijn of daaraan gelijkwaardig.

De toegangen van de ruimten voor vaste accumulatorenbatterijen, van de laadruimten voor verplaatsbare accumulatorenbatterijen, van de batterijkasten, van de batterijkoffers en de gelijksoortige ruimten welke accumulatorenbatterijen bevatten, zijn voorzien van duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare aanduidingen met betrekking tot:

- het rookverbod;
- het verbod om een helle vlam te gebruiken en/of werkzaamheden te verrichten die aanleiding tot vonken kunnen geven.

Wanneer werkzaamheden aanleiding kunnen geven tot het vormen van vonken of gebruik maken van een helle vlam zijn aangepaste maatregelen genomen om elk ontploffingsgevaar te vermijden.

Onderafdeling 7.103.4.2. Ruimten voor vaste accumulatorbatterijen

a. Ontruiming

De deuren openen in de richting van de vluchtweg.

b. Elektrostatische ladingen

De aardingsweerstand van de vloeren van de batterijruimten mag maximum $10^8\ \Omega$ bedragen.

Onderafdeling 7.103.4.3. Voorschriften voor batterijkasten, -koffers en gelijksoortige ruimten welke accumulatorenbatterijen bevatten

De batterijkasten, -koffers en gelijksoortige ruimten welke accumulatorenbatterijen bevatten zijn voorzien van ventilatieopeningen ter hoogte van het batterijcompartiment.

De batterijkasten, -koffers en gelijksoortige ruimten alsook hun draagconstructies moeten uit onbrandbaar materiaal zijn vervaardigd.

Hoofdstuk 7.112. Huishoudelijke fotovoltaïsche installaties op laagspanning (≤ 10 kVA)

Afdeling 7.112.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.112*. De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op huishoudelijke fotovoltaïsche installaties op laagspanning (≤ 10 kVA)

Afdeling 7.112.2. Specifieke maatregelen

De volgende specifieke maatregelen zijn van toepassing:

- ter beschikking te houden van ieder betrokken persoon voor raadpleging de vermelde elementen in *afdeling 9.1.2*. inzake de huishoudelijke fotovoltaïsche installaties op laagspanning;
- de markering van de gelijkstroomgeleiders en de actieve wisselstroomgeleiders;
- de aanwezigheid van waarschuwingsborden die de gevaren van de elektriciteit aanduiden, aangevuld met de volgende vermeldingen: " *Niet onderbreken bij belasting*" en "*Elektrische installatie altijd onder spanning*" of hiermee equivalent, op oordeelkundig gekozen plaatsen aangebracht;
- de aarding, behalve indien verboden door de fabrikant, van het metalen raam van de PV-modules en hun structuur door een beschermingsgeleider van een doorsnede ten minste equivalent met deze van de beschermingsgeleider van de AC voeding, met een minimum doorsnede gelijk aan:
  - 2,5 mm² wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
  - 4 mm² wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

Afdeling 7.112.3. Beproevingen en metingen

Bij de gelijkvormigheidscontrole (*hoofdstuk 6.4.*) of het controlebezoek (*hoofdstuk 6.5.*) van een huishoudelijke fotovoltaïsche installatie op laagspanning, omvatten de beproevingen en de metingen, die worden uitgevoerd door het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.*, ook:

- de onderbreking van het scheidingssysteem wanneer er geen netspanning is (minder dan 5 seconden) en de afwezigheid van de fotovoltaïsche productie op het net zolang de spanning op het net niet opnieuw aanwezig is;
- de automatische onderbreking van de voeding in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking:
  a. controle van de werking van de differentieelstroominrichting via de eigen testinrichting;
  b. controle van de foutlussen en de correcte aansluiting van de differentieelstroominrichting via de opwekking van een foutstroom van ten minste een maal de nominale gevoeligheid van het toestel.

Afdeling 7.112.4. Verslagen

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole (*onderafdeling 6.4.6.4.*) of het controlebezoek (*onderafdeling 6.5.7.2.*) van een huishoudelijke fotovoltaïsche installatie moet ook de volgende gegevens bevatten:

- het aantal en het nominaal vermogen van de geplaatste zonnepanelen;
- het aantal, type, serienummer en maximaal a.c.-vermogen van de geplaatste omvormer(s).

Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties

HOOFDSTUK 8.1. INLEIDING 241
Afdeling 8.1.1. Definities 241
Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden 241
Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen 241
HOOFDSTUK 8.2. AFWIJKENDE BESCHIKKINGEN VOOR BESTAANDE HUISHOUDELIJKE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 242
Afdeling 8.2.1. Oude huishoudelijke elektrische installaties 242
Afdeling 8.2.2. Huishoudelijke elektrische installaties oud AREI 245
HOOFDSTUK 8.3. AFWIJKENDE BESCHIKKINGEN VOOR BESTAANDE NIET-HUISHOUDELIJKE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 246
Afdeling 8.3.1. Oude niet-huishoudelijke elektrische installaties 246
Onderafdeling 8.3.1.1. Elektrische installaties in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 246
Onderafdeling 8.3.1.2. Elektrische installaties in de ruimten waarin personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 247
Afdeling 8.3.2. Niet-huishoudelijke elektrische installaties oud AREI 247
Onderafdeling 8.3.2.1. Algemeenheden 247
Onderafdeling 8.3.2.2. Afwijkende beschikkingen 247
HOOFDSTUK 8.4. CONTROLEBEZOEKEN VAN SOMMIGE OUDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES DIE NIET HET VOORWERP UITGEMAAKT HEBBEN VAN EEN GELIJKVORMIGHEIDSONDERZOEK OVEREENKOMSTIG HET OUD AREI 248
Afdeling 8.4.1. Controlebezoek van een oude huishoudelijke elektrische installatie van een wooneenheid voor elke verzwaring van de aansluiting op het openbaar verdeelnet ... 248
Afdeling 8.4.2. Controlebezoek van een oude huishoudelijke elektrische installatie van een wooneenheid bij verkoop 249
Onderafdeling 8.4.2.1. Toepassingsgebied 249
Onderafdeling 8.4.2.2. Modaliteiten van het controlebezoek 249
Onderafdeling 8.4.2.3. Verslag, inbreuken en later controlebezoek 250
Afdeling 8.4.3. Controlebezoek van oude huishoudelijke elektrische installaties dat niet aan de criteria van de afdelingen 8.4.1. en 8.4.2. beantwoordt 251
Afdeling 8.4.4. Controlebezoek van een oude niet-huishoudelijke elektrische installatie in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 251

Hoofdstuk 8.1. Inleiding

Afdeling 8.1.1. Definities

Voor de toepassing van het *Deel 8*, verstaat men onder:

Oud AREI: Algemeen Reglement op de Elektrische installaties, goedgekeurd bij de koninklijke besluiten van 10/03/1981 en 2/09/1981 en zijn wijzigingen.

Bestaande elektrische installatie: iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx en die (dat) niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidscontrole overeenkomstig *hoofdstuk 6.4.* van dit Boek.

Worden als bestaande elektrische installaties beschouwd:

- iedere oude huishoudelijke elektrische installatie of elk gedeelte van een oude huishoudelijke elektrische installatie waarvan de aanleg was aangevat voor 1/10/1981 en die (dat) al dan niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een controlebezoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "oude huishoudelijke elektrische installatie" genoemd);
- iedere oude niet-huishoudelijke elektrische installatie of elk gedeelte van een oude niet-huishoudelijke elektrische installatie, waarvan de aanleg was aangevat:
  a) ten laatste op 1/10/1981 voor de elektrische installaties van de inrichtingen die geen elektriciteitsdienst hebben die bestaat uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
  b) ten laatste op 1/01/1983 voor de andere installaties.

  (in dit Boek "oude niet-huishoudelijke elektrische installatie" genoemd);
- iedere huishoudelijke elektrische installatie of elk gedeelte van een huishoudelijke elektrische installatie die (dat) het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "huishoudelijke elektrische installatie oud AREI" genoemd);
- iedere niet-huishoudelijke elektrische installatie of elk gedeelte van een niet-huishoudelijke elektrische installatie die (dat) het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "niet-huishoudelijke elektrische installatie oud AREI" genoemd).

De bestaande elektrische installaties (oude installaties en installaties oud AREI) in de technische lokalen van een residentieel geheel en in de lokalen die voorbehouden zijn om er werken in uit te voeren (vroeger huishoudelijke werkeenheid in het oud AREI genoemd) waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996, worden in dit Boek als bestaande niet-huishoudelijke elektrische installaties beschouwd.

Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden

Als een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door het erkend organisme gecontroleerd werd, inbreuken op het oud AREI bevat, moet de eigenaar, de beheerder of de uitbater van de elektrische installatie deze inbreuken oplossen. De voorschriften van *onderafdeling 9.1.3.2.* zijn van toepassing.

Het eerste controlebezoek overeenkomstig *afdeling 6.5.2.* voor een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door een erkend organisme gecontroleerd werd, wordt uitgevoerd binnen de termijn die is voorgeschreven in het laatste verslag dat volgens de voorschriften van het oud AREI opgesteld werd.

Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot oude elektrische installaties en elektrische installaties oud AREI bepalen.

Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande huishoudelijke elektrische installaties

Afdeling 8.2.1. Oude huishoudelijke elektrische installaties

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van oude huishoudelijke elektrische installaties:

1. Naleving van de normen

In afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.* is het toegelaten elektrisch materieel, waaronder met name de aftakdozen en elektrische leidingen, gebouwd overeenkomstig de regels van goed vakmanschap die van kracht waren op het ogenblik van hun installatie, in dienst te laten.

2. Keuze van differentieelstroominrichtingen

In afwijking van de laatste alinea van *punt a.* van *onderafdeling 5.3.5.3.*, is het toegelaten de differentieelstroominrichtingen van het type «AC» en/of met een nominale stroomsterkte kleiner dan 40 A in dienst te laten.

3. Verzegeling van de differentieelstroominrichting

In afwijking van de bepalingen van de tweede alinea van *punt a.* van *onderafdeling 4.2.4.3.* is het toegelaten de differentieelstroominrichting niet te verzegelen indien deze hiervoor niet voorzien is.

4. Normalisatie van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom

In afwijking van *punt d.* van *onderafdeling 5.3.5.5.* is het toegelaten de smeltveiligheden met schroefbasis, type D met kalibreerringen, de pensmeltveiligheden en de kleine automatische schakelaars met pennen, die conform de norm NBN 481 waren in dienst te laten.

De voorwaarden waaraan de smeltveiligheidenhouders moeten beantwoorden, evenals de pensmeltveiligheden met een nominale stroomsterkte van 6 A en de kleine automatische schakelaars van maat 12, of met een nominale stroom van 10 A, opdat zou zijn voldaan aan de voorwaarde van niet-verwisselbaarheid voorzien bij *punt a.* van *onderafdeling 5.3.5.5.* zijn de volgende:

– **Eisen waaraan de houders van smeltveiligheden en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm moeten beantwoorden**

De houders voor smeltveiligheden en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm conform de norm NBN C 61-144-1 moeten onder meer beantwoorden:

a) buiten de in tabel 2 van punt 6.2 van bedoelde norm beschreven kalibrering, aan de voorschriften van *tabel 8.1.*:

Tabel 8.1. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) – Minimumdoorsnede en kalibreer-element

Minimumdoorsnede van de te beschermen elektrische leiding in mm²	***Kleur van het kalibreer-element***
1	Rood

b) buiten de in tabel 3 van punt 7.1.1 van bedoelde norm gegeven normale afmetingen van de verschillende samenstellende delen, aan de voorschriften van *tabel 8.2.:*

Tabel 8.2. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) – Minimumdoorsnede en normalisatiebladen

Minimumdoorsnede van de te beschermen elektrische leiding in mm²	***Normalisatiebladen***
1	C 61-144C'

Waarbij het normalisatieblad C 61-144 C' een kopie is van het normalisatieblad C 61-144 C dat als volgt werd aangepast:
- kalibreer-element: 1 mm²
- kleur: rood

c) buiten de in tabel 4 van punt 7.1.2 van bedoelde norm behandelde vaste verbindingen met inbegrip van de aansluitklemmen, aan de voorschriften van *tabel 8.3.*:

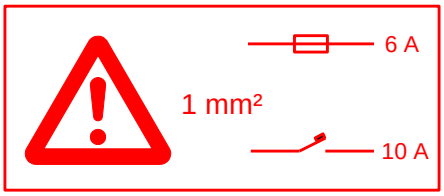
Tabel 8.3. Houders voor smeltveiligheden (6A) en kleine automatische schakelaars met penafstand van 20 mm (maat 12 of 10A) - Grootte van de houder en doorsnede van de geleiders

Grootte van de houder	*Doorsnede van de geleiders in mm²*
I en II	1
III en IV	1

– **Aanduiding van een stroombaan met een doorsnede kleiner dan 1,5 mm²**

De aanwezigheid van een stroombaan met een doorsnede dan 1,5 mm² moet worden aangeduid door middel van een rechthoekig etiket dat ten minste 8 cm breed en 5 cm hoog is met daarop het pictogram *van figuur 8.1.* in rood op witte grond en roodomlijnd:

Figuur 8.1. Aanduiding van een stroombaan met een doorsnede kleiner dan 1,5 mm²



Dit etiket moet worden aangebracht op de deur van het verdeel- en schakelbord waarin dergelijke stroombanen voorkomen. Het mag niet gemakkelijk kunnen worden verwijderd.

5. Keuze van de elektrische leidingen

In afwijking van de voorlaatste alinea van *onderafdeling 5.2.1.2.* is het toegelaten de elektrische leidingen in dienst te laten waarvan de geïsoleerde geleiders een doorsnede hebben die kleiner is dan 2,5 mm² maar ten minste gelijk is aan 1 mm².

De geleiders van 1 mm² moeten zijn beschermd tegen overbelasting hetzij door smeltveiligheden met een nominale intensiteit van ten hoogste gelijk aan 6 A, hetzij door automatische schakelaars van ten hoogste maat 12 of met een nominale stroom van ten hoogste 10 A.

6. Kleurcode van de geleiders van kabels en van geïsoleerde geleiders

In afwijking van de bepalingen van *onderafdeling 5.1.6.2.* is het toegelaten de volgende elementen in dienst te laten:
– een beschermings-, aard-, of equipotentiaalgeleider die niet gemerkt is door de groen-gele kleurcombinatie;
– actieve of beschermingsgeleiders met groene of gele kleur.

Het gebruik als actieve geleider van een geleider gemerkt door de groen-gele kleurcombinatie zoals bepaald door de norm, is verboden.

7. Aardgeleider

In afwijking van de bepalingen van *onderafdeling 5.4.2.2.* is het toegelaten een koperen aardgeleider in dienst te laten waarvan de doorsnede ten minste gelijk is aan 6 mm².

8. Beschermingsgeleider

In afwijking van de bepalingen van *onderafdeling 5.2.1.3.* en de laatste alinea van *onderafdeling 5.4.3.5.* is het toegelaten elektrische leidingen in dienst te laten die geen beschermingsgeleider bevatten op voorwaarde dat zij niet bestemd zijn om een vast of beweegbaar toestel van de klasse I te voeden.

Het is eveneens toegelaten een beschermingsgeleider in dienst te laten die zich buiten de elektrische leiding bevindt.

Het is toegelaten de beschermingsgeleider te installeren buiten de elektrische leidingen, daar waar het niet mogelijk is deze beschermingsgeleider in de bestaande buizen te trekken.

9. Equipotentiaalverbindingen

In afwijking van de bepalingen van de laatste alinea van *punt b.* van *onderafdeling 5.4.4.1.* is het ontbreken van de hoofdequipotentiale verbinding toegelaten.

10. Contactdozen

Het is toegelaten:
- in afwijking van de voorschriften van de eerste alinea van *punt b.* van *onderafdeling 5.3.5.2.* de contactdozen in dienst te laten die:
  - hetzij geen aardcontact hebben aangezien de elektrische leiding geen beschermingsgeleider heeft;
  - hetzij niet van een model zijn zoals vermeld bij *punt b.* van de *onderafdeling 4.2.2.3.*
- in afwijking van de 2e alinea van *punt b.* van de *onderafdeling 5.3.5.2.*, per stroombaan, meer dan 8 enkelvoudige contactdozen in dienst te laten.

Het is verboden de aanwezigheid te dulden van een contactdoos met aardcontact indien dit laatste geen daadwerkelijke galvanische verbinding vormt met de aardverbinding van de installatie.

11. Plaatsing van de contactdozen

In afwijking van de bepalingen van de 3e alinea van *punt a.* van *onderafdeling 5.3.5.2.* is het toegelaten contactdozen in dienst te laten op wanden van lokalen waar geen vochtgevaar bestaat (AD1) en welke niet zodanig geplaatst zijn dat de as van hun contacthulzen zich ten minste 15 cm boven de afgewerkte vloer bevinden.

12. Verlichtingsstroombaan

In afwijking van de bepalingen van *punt b.* van *onderafdeling 5.3.5.2.* is het toegelaten over slechts één enkele verlichtingsstroombaan per elektrische installatie te beschikken.

13. Bescherming van wasruimten, badkamers, stortbadkamers en wasmachines

In afwijking van de bepalingen van *punt b.* van *onderafdeling 4.2.4.3.* is het toegelaten het materieel en de toestellen die zijn toegelaten in wasruimten, stortbad- en badkamers alsook de inrichtingen voor de aansluiting van wasmachines of vaatwasmachines niet te beschermen met een afzonderlijk differentieelstroominrichting met een grote of zeer grote gevoeligheid, op voorwaarde dat, in het geval van de bad- en stortbadkamers, de afstand van 0,60 m die gebruikt wordt in *hoofdstuk 7.1.* om het volume 2 (beschermingsvolume) van de badkuipen of stortbadkuipen te bepalen, op 1 m wordt gebracht.

Het is eveneens toegelaten éénpolige schakelaars in dienst te laten die geplaatst zijn in de voedingsstroombaan van een verlichtingstoestel.

14. Bescherming in wasruimten, badkamers en stortbadkamers

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *hoofdstuk 7.1.*:
- elektrische leidingen in dienst te laten die niet beantwoorden aan genoemde voorschriften;
- niet te beschikken over de bijkomende equipotentiale verbinding;
- in de vloer verzonken verwarmingsweerstanden in dienst te houden die niet zouden beantwoorden aan de hen betreffende voorschriften of de voorschriften betreffende hun installatie aangezien zij namelijk niet kunnen worden verbonden met de bijkomende equipotentiale verbinding waarvan sprake bij het vorige streepje,

op voorwaarde dat de afstand van 0,60 m, die dient om het volume 2 (beschermingsvolume) van de badkuipen of stortbadkuipen te bepalen, op 1 m wordt gebracht.

15. Eendraadsschema's en situatieplannen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdelingen 3.1.2.2.a en 3.1.2.3.a* over vereenvoudigde eendraadsschema's en situatieplannen te beschikken.

De eendraadsschema('s) bevat(ten) minimum:
- het adres van de installatie;
- de nominale spanning van de installatie;
- de doorsnede van de voedingskabel van het hoofdschakel- en verdeelbord;
- het type en de doorsnede van de verschillende vertrekken;
- de differentieelstroominrichting(en) met zijn (hun) karakteristieken;
- de karakteristieken van de beschermingsinrichtingen.

De situatieplan(nen) bevat(ten) minimum (de markering is niet noodzakelijk):
- de stopcontacten;
- de schakelaars;

- de lichtpunten;
- de vaste of vast opgestelde toestellen of de vaste of vast opgestelde machines.

De overeenkomst tussen de eendraadsschema's en de situatieplannen wordt niet vereist. Ze maken integraal deel uit van het dossier van de elektrische installatie bedoeld in *afdeling 9.1.2.*

Afdeling 8.2.2. Huishoudelijke elektrische installaties oud AREI

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische huishoudelijke installaties oud AREI:

1. Conformiteit van het elektrisch materieel in de elektrische installatie

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, elektrisch materieel in een elektrische installatie, waaronder met name de aftakdozen, elektrische leidingen, beschermingsinrichtingen, … dat geïnstalleerd was in overeenstemming met de voorschriften van het oud AREI en gebouwd was in overeenstemming de regels van goed vakmanschap op het ogenblik van zijn installatie, in dienst te laten. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en de redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

2. Keuze van de differentieelstroominrichtingen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van:
- *punt a.* van *onderafdeling 5.3.5.3.*:
  - de differentieelstroominrichtingen van het type AC in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 1 januari 1987;
  - de differentieelstroominrichtingen met een nominale stroomsterkte kleiner dan 40 A in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 16 september 1991;
- 3e alinea van *punt e* van *onderafdeling 5.3.5.5.* , de differentieelstroominrichtingen met een nominale stroomsterkte $\leq$ 40 A die niet de specifieke markering «3000 A, 22,5 kA^2s» dragen in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 7 mei 2000 of die conform zijn met de NBN 819;
- *punt a.3.* van *onderafdeling 5.3.3.1.* aan het hoofd van de installatie, waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 2 juli 2003, een differentieelstroominrichting in dienst te laten waarvan de scheidingsfunctie wordt verzekerd door een algemene scheidingsinrichting geplaatst in het hoofdbord en die zich stroomopwaarts van de differentieelstroominrichting bevindt.

3. Keuze van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *punt e.* van *onderafdeling 5.3.5.5.*, beschermingsinrichtingen tegen overstroom met een minimum onderbrekingsvermogen van 1500 A en smeltveiligheden met een minimum onderbrekingsvermogen van 1500 A in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 27 september 1988.

4. Keuze van de elektrische leidingen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van:
- *onderafdeling 5.2.1.2.*, stroombanen, die niet exclusief toegekend zijn voor de voeding van de elektrische machines of toestellen bedoeld in de laatste alinea, in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór xx xx xxxx;
- *onderafdeling 7.1.5.2.*, kabels met een metalen pantsering zoals van het type VFVB geplaatst in badkamers in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór 22 juli 1986.

5. Contactdozen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *punt b.* van *onderafdeling 5.3.5.2.*, per stroombaan meer dan acht enkelvoudige of meervoudige contactdozen in dienst te laten op voorwaarde dat het vermogen van de aangesloten vaste en vast opgestelde toestellen het transporteerbaar vermogen in de stroombaan niet overtreft, voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór xx xx xxxx;

6. Nachtteller

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 4.2.4.3.*, een differentieelstroominrichting met een grote of zeer grote gevoeligheid in geval van een nachtteller die uitsluitend een elektrische waterverwarmer geplaatst in de badkamer of de stortbadzaal voedt, in dienst te laten voor installaties waarvan de uitvoering ter plaatse is aangevangen vóór xx xx xxxx.

7. Verslag van gelijkvormigheidscontrole

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *afdeling 9.1.2.*, de afwezigheid van het verslag van de gelijkvormigheidscontrole van de elektrische installatie in het elektrisch dossier te dulden bij het controlebezoek.

Hoofdstuk 8.3. Afwijkende beschikkingen voor bestaande niet-huishoudelijke elektrische installaties

Afdeling 8.3.1. Oude niet-huishoudelijke elektrische installaties

Onderafdeling 8.3.1.1. Elektrische installaties in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Worden bedoeld: technische lokalen van een residentieel geheel en lokalen die voorbehouden zijn om er werken in uit te voeren.

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van oude niet-huishoudelijke elektrische installaties in deze ruimten:

1. De afwijkende beschikkingen van *afdeling 8.2.1.* zijn van toepassing;
2. De elektrische installatie is zodanig uitgevoerd dat de personen beschermd zijn tegen de risico's van rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking, tegen de gevolgen van overspanningen te wijten aan inzonderheid isolatiefouten, schakelingen en atmosferische invloeden, tegen brandwonden alsmede tegen de niet elektrische risico's te wijten aan het gebruik van elektriciteit.
   Wanneer het niet mogelijk blijkt om voormelde risico's uit te schakelen door maatregelen inzake het ontwerp of door collectieve beschermingsmaatregelen of om de risico's op een ernstig letsel in te perken door het nemen van materiële maatregelen, dient de toegang tot deze installatie uitsluitend te worden voorbehouden aan de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
3. De elektrische installatie is zodanig uitgevoerd dat:
   1° gevaarlijke lichtbogen en gevaarlijke oppervlaktetemperaturen worden vermeden of de risico's die er aan verbonden zijn worden beperkt;
   2° oververhitting, brand en ontploffing worden vermeden of de risico's die er aan verbonden zijn worden beperkt.

4.1. Elke stroombaan is beschermd door minstens één beschermingsinrichting, die een overbelastingsstroom onderbreekt vooraleer een opwarming kan ontstaan die schadelijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders of de omgeving.
Elke stroombaan is beschermd door een beschermingsinrichting die een kortsluitstroom onderbreekt vooraleer gevaarlijke effecten ontstaan;

4.2. In afwijking van de bepalingen van *punt 4.1.,* is het toegelaten bepaalde stroombanen niet te beschermen tegen overstroom, mits de voorwaarden en nadere regels bepaald in *onderafdeling 4.4.2.2., 4.4.3.3.* en *5.2.4.2.* van dit Boek nageleefd worden;

5.1. Met het oog op het uitvoeren van werkzaamheden buiten spanning, moet de scheiding van de elektrische installatie of van individuele stroombanen op een veilige en betrouwbare wijze uitgevoerd kunnen worden;

5.2. De functionele besturing van machines gebeurt op een veilige wijze;

5.3. De gevolgen van spanningsdalingen of van het wegvallen van de spanning en het wederopkomen ervan brengt de personen niet in gevaar;

6. De elektrische installatie is opgebouwd met elektrisch materieel, dat zodanig gebouwd is dat het bij een correcte installatie en correct onderhoud, en bij gebruik volgens zijn bestemming, de veiligheid van personen niet in gevaar brengt;

7. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden;

8. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel;

9. In de gevallen bedoeld in *hoofdstuk 9.4.* van dit Boek signaleert de eigenaar, de uitbater of de beheerder van een elektrische installatie de elektrische installatie.

Onderafdeling 8.3.1.2. Elektrische installaties in de ruimten waarin personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk is van toepassing voor de bestaande gedeelten van oude niet-huishoudelijke installaties in deze ruimten.

Afdeling 8.3.2. Niet-huishoudelijke elektrische installaties oud AREI

Onderafdeling 8.3.2.1. Algemeenheden

De inbreuken met dit Boek in een elektrische installatie, die overeenkomstig het oud AREI was, worden als opgelost beschouwd:
- hetzij ze aangepast worden om aan de bepalingen van dit Boek te beantwoorden;
- hetzij ze het voorwerp van een in *onderafdeling 8.3.2.2.* bedoelde afwijking uitgemaakt hebben;
- hetzij er op basis van een risicoanalyse maatregelen genomen worden om de veiligheid van personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse wordt ter beschikking van het erkend organisme belast met het controlebezoek en de met het toezicht belaste ambtenaar gehouden. De referentie van het document wordt in het verslag van het controlebezoek vermeld. Dit document maakt deel uit van het dossier van de elektrische installatie. Dit document vermeldt:
- de identificatie van de betrokken bestaande gedeelten van de elektrische installatie;
- de conclusie van de risicoanalyse;
- de verantwoording van de maatregelen om de veiligheid van de personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse, die door Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk bedoeld wordt, kan aan de eis van de in 1ste alinea bedoelde risicoanalyse voldoen.

Onderafdeling 8.3.2.2. Afwijkende beschikkingen

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische niet-huishoudelijke installaties oud AREI:

1. Conformiteit van het elektrisch materieel in de elektrische installatie

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, elektrisch materieel in een elektrische installatie, waaronder met name de aftakdozen, elektrische leidingen, beschermingsinrichtingen, … dat geïnstalleerd was in overeenstemming met de voorschriften van het oud AREI en gebouwd was in overeenstemming de regels van goed vakmanschap op het ogenblik van zijn installatie, in dienst te laten. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en de redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

2. Schema en merken van stroombanen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van de *afdelingen 3.1.2., 3.1.3. en 5.1.6.*, aan de volgende bepalingen voor niet-huishoudelijke elektrische installaties oud AREI te voldoen:

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema of een beschrijving die onder andere aangeeft:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- de aard en de samenstelling van de belangrijkste stroombanen;
- de plaats en de kenmerken van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de belangrijkste stroombanen.

Dit schema of deze beschrijving moet ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht of controle van deze installatie of er aan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen van de voornaamste stroombanen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van individuele aanduidingen waardoor de identificatie

van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Teneinde de identificatie van de kabels van een zichtbaar aangebrachte bundel toe te laten moet, indien dit noodzakelijk blijkt te zijn, gebruik gemaakt worden van aanduidingen die op regelmatige afstanden herhaald worden.

3. Veiligheidsslot

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.3. punt d.*, de verlichtingspalen en de signalisatiepalen in dienst te laten:
- die uitgerust zijn met een slot dat niet als veiligheidsslot beschouwd wordt, en
- waarvan de actieve delen niet beschermd worden door een of meerdere inwendige schermen met een beschermingsgraad IPXX-B.

Deze afwijking is van toepassing voor de palen waarvan de installatie ter plaatse is aangevangen voor xx xx xxxx.

4. Elektrische installaties in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Worden bedoeld: technische lokalen van een residentieel geheel en lokalen die voorbehouden zijn om er werken in uit te voeren.

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische niet-huishoudelijke installaties oud AREI in deze ruimten:
a. De afwijkende beschikkingen van *afdeling 8.2.2.* zijn van toepassing;
b. Het is toegelaten in afwijking van *afdeling 9.1.1.*, zich te beperken tot de inhoud van het dossier van een huishoudelijke elektrische installatie (*afdeling 9.1.2.*).

Hoofdstuk 8.4. Controlebezoeken van sommige oude elektrische installaties die niet het voorwerp uitgemaakt hebben van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI

Afdeling 8.4.1. Controlebezoek van een oude huishoudelijke elektrische installatie van een wooneenheid voor elke verzwaring van de aansluiting op het openbaar verdeelnet

Iedere oude huishoudelijke elektrische installatie van een wooneenheid die niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI en waarvoor een verzwaring van aansluiting op het openbaar verdeelnet wordt gevraagd, moet het voorwerp uitmaken van een controlebezoek dat wordt uitgevoerd door een erkend organisme ten einde de gelijkvormigheid ervan vast te stellen met:
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben met uitzondering van *Deel 8.* voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat na xx xx xxxx;
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben, met inbegrip van *Deel 8.*, voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx.

Iedere aanvraag tot verzwaring van de aansluiting wordt vergezeld van het verslag van controle van de elektrische installatie. Alvorens over te gaan tot bedoelde verzwaring van de aansluiting, verzekert de verdeler of de persoon die hij gemachtigd heeft om deze verzwaring uit te voeren, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig de voorschriften opgelegd door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

De voorschriften van *afdeling 9.1.4.* zijn van toepassing wanneer de inbreuken worden vastgesteld bij het controlebezoek.

De voorschriften van *afdelingen 6.5.1.* en *6.5.2.* zijn van toepassing op elk later controlebezoek.

Afdeling 8.4.2. Controlebezoek van een oude huishoudelijke elektrische installatie van een wooneenheid bij verkoop

Onderafdeling 8.4.2.1. Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk is van toepassing op de verkoop van een wooneenheid:
- met een oude elektrische installatie waaraan sedert 1 oktober 1981 geen belangrijke wijzigingen of aanzienlijke uitbreidingen zijn aangebracht;
- met een oude elektrische installatie waaraan sedert 1 oktober 1981 belangrijke wijzigingen of aanzienlijke uitbreidingen zijn aangebracht maar waarvan het gedeelte dat dateert van vóór 1 oktober 1981 nog niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een controlebezoek.

Voor de toepassing van dit hoofdstuk worden niet als wooneenheid beschouwd:
- kloosters;
- hospitalen;
- gevangenissen;
- rusthuizen;
- pensionaten;
- hotels,
- onderwijsinstellingen.

Indien de wooneenheid deel uitmaakt van een regime van mede-eigendom gelden de hierna vermelde bepalingen enkel voor wat betreft de privatieve delen van de betrokken wooneenheid. Daarenboven zijn deze bepalingen evenmin van toepassing op garages, parkings, berg- en andere ruimten die deel zijn van de wooneenheid maar waarvan de elektrische installatie wordt gevoed via een elektriciteitsmeter op naam van de mede-eigenaars of van de vereniging van mede-eigenaars.

Deze bepalingen zijn evenmin van toepassing op wooneenheden die het voorwerp uitmaken van een onteigening.

Onderafdeling 8.4.2.2. Modaliteiten van het controlebezoek

a. Verplichtingen

Bij de verkoop van een wooneenheid als bedoeld in *afdeling 8.4.2.1.*, is de verkoper verplicht:
- een controlebezoek van de elektrische installatie te laten uitvoeren;
- de datum van het verslag van het controlebezoek en het feit van de overhandiging van dit verslag in de authentieke akte te doen vermelden.

Indien de verkoper en koper overeenkomen dat een controlebezoek van de elektrische installatie overbodig en nutteloos is omdat de koper het gebouw gaat afbreken of de elektrische installatie volledig gaat renoveren is de verkoper verplicht dit akkoord in de authentieke akte te doen vermelden.

De verkoper is verplicht in de authentieke akte te doen vermelden dat de koper de Algemene Directie Energie belast met het hoog toezicht op de huishoudelijke elektrische installaties moet informeren van de afbraak van het gebouw of van de volledige renovatie van de elektrische installatie. Deze laatste maakt aan de koper een dossiernummer over en verzoekt hem haar een verslag van controle toe te zenden van zodra de nieuwe elektrische installatie in gebruik wordt genomen.

In het geval van onmogelijkheid om de controle te laten uitvoeren bij een door gerechtelijke beslissingen bevolen verkoop is diegene die de verkoop vordert verplicht in de authentieke akte of in het proces-verbaal van openbare toewijzing de afwezigheid te doen vermelden van het controleonderzoek van de elektrische installatie en het belang voor de koper om tot deze controle te laten overgaan.

In het geval van een controlebezoek met een negatief verslag als gevolg is de verkoper verplicht in de authentieke akte de verplichting voor de koper te doen vermelden zijn identiteit en de datum van de akte van verkoop schriftelijk mee te delen aan het erkend organisme dat het controlebezoek van de elektrische installatie heeft uitgevoerd.

Na deze melding moet de koper een nieuw controlebezoek door een erkend organisme laten uitvoeren om na te gaan of na de afloop van de termijn van 18 maanden, te rekenen vanaf de datum van de akte van verkoop, de inbreuken verdwenen zijn. De koper kan dit erkend organisme vrij kiezen.

Indien de koper een ander erkend organisme aanstelt dan licht dit organisme het erkend organisme dat het eerste verslag van controlebezoek heeft opgesteld hierover in.

b. Geval van afbraak of volledige renovatie

Bij een afbraak van het gebouw of een volledige renovatie van de elektrische installatie zijn de bepalingen van *hoofdstuk 6.4.* van toepassing.

c. Voorwerp van het controlebezoek

Het controleonderzoek heeft tot doel de gelijkvormigheid van de elektrische installatie vast te stellen met:
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben met uitzondering van *Deel 8.* voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat na xx xx xxxx;
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben, met inbegrip van *Deel 8.*, voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx.

d. Afwezigheid van de eendraadsschema's en situatieplannen bij het controlebezoek uitgevoerd bij de verkoop van een wooneenheid

In het geval bij het controlebezoek, uitgevoerd bij de verkoop van een wooneenheid, de eendraadsschema's en de situatieplannen van de elektrische installatie niet tot beschikking van de vertegenwoordiger van het erkend organisme kunnen worden gesteld, maakt de vertegenwoordiger van het erkend organisme op duidelijke wijze:
- **voor de eendraadschema's:** een summiere beschrijving (of een schema) van de verschillende schakel- en verdeelborden die minimaal de volgende elementen omvat:
  - het adres van de installatie;
  - de nominale spanning van de installatie;
  - de doorsnede van de voedingskabel van het hoofdbord;
  - het type en de doorsnede van de verschillende vertrekken;
  - de differentieelstroominrichting(en) met zijn (hun) karakteristieken;
  - de karakteristieken van de beschermingsinrichtingen.
- **voor de situatieplannen:** een summiere schets met de losse hand (de markering is niet noodzakelijk) die minimaal de volgende elementen omvat:
  - de stopcontacten;
  - de schakelaars;
  - de lichtpunten;
  - de vaste of vast opgestelde toestellen of de vaste of vast opgestelde machines.

Deze beschrijving en deze schets mogen niet als eendraadsschema en situatieplan van de elektrische installatie gebruikt worden. Ze tonen alleen de traceerbaarheid van de verschillende delen aan, die door het erkend organisme gecontroleerd werden. De afwezigheid van de reglementaire eendraadsschema's en situatieplannen moet als inbreuk op het verslag van het controlebezoek vermeld worden.

De summiere beschrijving (of het schema) en de summiere schets maken integraal deel uit van het verslag bedoeld in *onderafdeling 8.4.2.3.* en ze worden door de aanvrager van het controlebezoek en door de vertegenwoordiger van het erkend organisme ondertekend. Ze worden aan de eigenaar van de huishoudelijke installatie bezorgd om integraal deel uit te maken van het dossier van de elektrische installatie bedoeld in *afdeling 9.1.2.*

Onderafdeling 8.4.2.3. Verslag, inbreuken en later controlebezoek

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig de voorschriften opgelegd door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

De voorschriften van *afdeling 9.1.4.* zijn van toepassing wanneer de inbreuken worden vastgesteld bij het nieuwe controlebezoek.

De voorschriften van *afdelingen 6.5.1.* en *6.5.2.* zijn van toepassing op elk later controlebezoek.

Afdeling 8.4.3. Controlebezoek van oude huishoudelijke elektrische installaties dat niet aan de criteria van de afdelingen 8.4.1. en 8.4.2. beantwoordt

Wanneer een controlebezoek van een oude elektrische installatie van een wooneenheid of gemeenschappelijke delen van een residentieel geheel noodzakelijk is, wordt ze door een erkend organisme uitgevoerd en ze heeft tot doel de gelijkvormigheid van de elektrische installatie vast te stellen met ten minste:

- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben met uitzondering van *Deel 8.* voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat na xx xx xxxx;
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben, met inbegrip van *Deel 8.*, voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig de voorschriften opgelegd door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

De voorschriften van *afdeling 9.1.4.* zijn van toepassing wanneer de inbreuken worden vastgesteld bij het controlebezoek.

De voorschriften van *afdelingen 6.5.1.* en *6.5.2.* zijn van toepassing op elk later controlebezoek.

Afdeling 8.4.4. Controlebezoek van een oude niet-huishoudelijke elektrische installatie in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Worden bedoeld: technische lokalen van een residentieel geheel en lokalen die voorbehouden zijn om er werken in uit te voeren.

Wanneer een controlebezoek van een oude elektrische installatie in deze ruimten noodzakelijk is, wordt ze door een erkend organisme uitgevoerd en ze heeft tot doel de gelijkvormigheid van de elektrische installatie vast te stellen met ten minste:

- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben met uitzondering van *Deel 8.* voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat na xx xx xxxx;
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben, met inbegrip van *Deel 8.*, voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig de voorschriften opgelegd door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

De voorschriften van *afdelingen 6.5.1.* en *6.5.2.* zijn van toepassing op elk later controlebezoek.

Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven

HOOFDSTUK 9.1. PLICHTEN VAN DE EIGENAAR, BEHEERDER OF UITBATER 255
Afdeling 9.1.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater in niet-huishoudelijke installaties 255
Afdeling 9.1.2. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater in huishoudelijke installaties 256
Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn 256
Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole 256
Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek 256
Afdeling 9.1.4. Installaties die bij een controlebezoek van een oude huishoudelijke installatie in inbreuk zijn 257
Afdeling 9.1.5. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen 257
Afdeling 9.1.6. Document met uitwendige invloeden 257
Afdeling 9.1.7. Zoneringsplannen 258
HOOFDSTUK 9.2. TOEKENNING VAN DE CODIFICATIE BA4/BA5 258
HOOFDSTUK 9.3. WERKEN AAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 258
Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied 258
Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften 258
Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe 258
Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel 259
Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie 259
Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden 259
Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden 259
Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning 260
Afdeling 9.3.4. Werkprocedures 260
Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding 260
Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning 261
Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning 262
Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning 264
Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden 265
Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden 265
Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel 265
Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden 265
Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden 266
Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking 266
Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden 266
Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen 266
Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels 266
HOOFDSTUK 9.4. SIGNALISATIEBORDEN 267
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties 267
Afdeling 9.4.2. Verbodsborden 267
Afdeling 9.4.3. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden 268
HOOFDSTUK 9.5. VERBODSBEPALINGEN 268

Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater

Afdeling 9.1.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater in niet-huishoudelijke installaties

De eigenaar, beheerder of uitbater van een niet-huishoudelijke elektrische installatie is er toe gehouden:

1. voorafgaand aan de gelijkvormigheidscontroles bedoeld in *hoofdstuk 6.4.* of aan de controlebezoeken bedoeld in *hoofdstuk 6.5.*, de schema's, plannen en documenten bedoeld in *afdeling 3.1.2.* en ieder ander noodzakelijk document voor de gelijkvormigheidscontrole of het controlebezoek ter beschikking te stellen van het erkend organisme;
2. ze te onderhouden en de uitgevoerde tussenkomsten bij elk onderhoud en elke test te documenteren, zoals bijvoorbeeld de mechanische beproeving van de differentieelstroomrichtingen;
3. de nodige maatregelen te nemen zodat de voorschriften van dit Boek te allen tijde worden nageleefd;
4. ingeval van werken aan elektrische installaties, zijn personeel dat de werken uitvoert, te doen beschikken over:
   a. het noodzakelijke materieel zoals bepaald in *hoofdstuk 9.3.*
   b. de geactualiseerde schema's, plannen en documenten van de elektrische installatie zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.*;
5. samen te stellen en ter beschikking te houden van iedere betrokken persoon voor raadpleging:
   a. het of de dossier(s) van de elektrische installatie met daarin:
      1. de schema's, plannen en documenten van de elektrische installatie zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.*;
      2. de eventuele berekeningsnota's;
      3. de eventuele risicoanalyses;
      4. voor de laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen, de conformiteitsverklaringen;
      5. een document met de technische aansluitkenmerken op het distributienet;
      6. het verslag van de gelijkvormigheidscontrole en van het laatste en voorlaatste controlebezoek van de elektrische installatie;
      7. een document met de wijzigingen aangebracht aan de installatie sinds het laatste bezoek van een erkend organisme.

      Dit (deze) dossier(s) moet(en) ter plaatse worden gehouden.
   b. schriftelijke onderrichtingen noodzakelijk voor zowel de veiligheid als de redding van de personen ingeval van ongeval te waarborgen.
   c. de documenten en de maatregelen die de conformiteit van het elektrisch materieel met de gebruiksomstandigheden bepalen (verklaringen, gebruiksaanwijzingen, …).
6. een exemplaar van dit Boek alsook een kopie van de geschreven onderrichtingen vermeld in *punt 5.b.* ter beschikking te stellen van zijn personeel vermeld in *hoofdstuk 9.3.*;
7. zich ervan te vergewissen dat:
   a. de personen aangeduid voor de exploitatie van de elektrische installatie de reglementaire voorschriften en instructies die ze dienen na te leven of moeten doen naleven, kennen en begrijpen;
   b. de gelijkvormigheidscontroles vermeld in *hoofdstuk 6.4.* werden uitgevoerd;
   c. de controlebezoeken vermeld in *hoofdstuk 6.5.* werden uitgevoerd;
   d. de gelijkvormigheidscontroles en de controlebezoeken het geheel van de installaties omvatten;
   e. de werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en dat alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen;
   f. de elektrische installatie of deel van de elektrische installatie het voorwerp uitmaakt van een gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname, met dien verstande dat voor de installaties bestemd om verplaatsbare, draagbare of verplaatsbare machines of toestellen met vaste standplaats te voeden, de controle betrekking heeft op de installatie vanaf haar begin tot aan de stuurinrichtingen.
8. de onderrichtingen betreffende het toedienen van de eerste zorgen ingeval van een ongeval te wijten aan elektriciteit, op zorgvuldig gekozen plaatsen aan te brengen;
9. de controleverslagen vermeld in de *hoofdstukken 6.4. en 6.5.* voor te leggen aan de Interne dienst voor Preventie en Bescherming op het werk en aan het Comité voor Preventie en Bescherming op het werk;
10. het dossier in het hiervoor vermeld *punt 5.a.* aan de nieuwe eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie over te maken;
11. een kopie van het dossier van de elektrische installatie ter beschikking van de eventuele huurder te stellen;
12. onmiddellijk de met het toezicht belaste ambtenaar van de Federale Overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft evenals de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft in kennis te stellen van elk ongeval waarvan personen

het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van elektrische installaties.

Afdeling 9.1.2. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater in huishoudelijke installaties

De eigenaar, beheerder of uitbater houdt het dossier van de elektrische installatie in zijn bezit. Het dossier wordt in tweevoud samengesteld. Het dossier van de elektrische installatie moet bevatten:

1. het(de) eendraadsschema('s) van de elektrische installatie;
2. het(de) situatieplan(nen) van de elektrische installatie;
3. het of de verslag(en) van de gelijkvormigheidscontrole van de elektrische installatie bedoeld *in hoofdstuk 6.4.;*
4. eventueel het of de verslag(en) van het controlebezoek van de elektrische installatie bedoeld in *hoofdstuk 6.5.*;
5. eventueel de documenten die bevestigen dat het elektrisch materieel beantwoordt aan de veiligheidswaarborgen welke bepaalde elektrische machines, toestellen en leidingen moeten bieden;
6. eventueel gelijkaardige documenten als onder de *punten 1., 2., 3.* en *5.* indien een belangrijke wijziging of een belangrijke uitbreiding van de elektrische installatie werd uitgevoerd;
7. eventueel de bondige beschrijving(en) van elke wijziging of uitbreiding die niet als belangrijk kan beschouwd worden en welke zou zijn uitgevoerd aan de elektrische installatie.

Wat betreft de huishoudelijke fotovoltaïsche installaties op laagspanning bedoeld in *hoofdstuk 7.112.*, moet het dossier van de elektrische installatie ook bevatten:

1. de gebruiksaanwijzingen van de installatie (onderhoud en werking);
2. de veiligheidsvoorschriften met betrekking tot de interventie op de installatie en tot haar gebruik;
3. de technische referenties en de kenmerken van het geplaatst materieel (merk, model, vermogen, …).

De eigenaar, beheerder of uitbater van een huishoudelijke elektrische installatie is ertoe gehouden:
1. de goede staat van onderhoud te verzekeren of te laten verzekeren;
2. de geschikte maatregelen te treffen zodat de voorschriften van dit Boek op ieder ogenblik worden nageleefd;
3. het dossier van de elektrische installatie aan de nieuwe eigenaar, beheerder of uitbater over te maken;
4. een kopie van het dossier van de elektrische installatie ter beschikking te stellen van de eventuele huurder;
5. onmiddellijk de met het toezicht belaste ambtenaar van de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft in kennis te stellen van elk ongeval waarvan personen het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van elektrische installaties.

Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn

Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole

Geen enkele elektrische installatie of deel ervan waarvoor inbreuken tegenover dit Boek worden vastgesteld tijdens de gelijkvormigheidscontrole mag in gebruik worden genomen.

Voor het in *onderafdeling 6.4.7.3.* 4de alinea genoemde geval waarvoor de gelijkvormigheidscontrole werd uitgevoerd na de ingebruikname, moeten de werken, nodig om de tijdens gelijkvormigheidscontrole vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen moeten worden getroffen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Voor huishoudelijke installaties wordt bovendien:

- het nazicht op de verdwijning van de inbreuken verricht door het erkend organisme dat het controlebezoek heeft uitgevoerd;
- de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, binnen een termijn van één jaar door het erkend organisme dat het controlebezoek heeft uitgevoerd, ingelicht van het bestaan van inbreuken ingeval geen gevolg wordt gegeven aan het in orde brengen van de installatie.

Afdeling 9.1.4. Installaties die bij een controlebezoek van een oude huishoudelijke installatie in inbreuk zijn

De voorschriften van *onderafdeling 9.1.3.2.* zijn van toepassing wanneer de inbreuken worden vastgesteld bij het controlebezoek uitgevoerd krachtens *afdelingen 8.4.1. en 8.4.3.* en bij het nieuw controlebezoek uitgevoerd krachtens *afdeling 8.4.2.*

Afdeling 9.1.5. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet hij bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Binnen een termijn van 7 werkdagen, te rekenen vanaf de ontvangst van de aanvraag die hem in dat verband wordt toegestuurd, moet hij deze inlichtingen verstrekken aan om het even wie gemachtigd is om werken uit te voeren in de nabijheid van de kabel.

Afdeling 9.1.6. Document met uitwendige invloeden

De uitwendige invloeden alsook de ruimten waarin deze van toepassing zijn, worden bepaald op basis van gegevens verstrekt door de uitbater van de ruimten waarin de installatie zich bevindt.

Deze gegevens zijn aangebracht op het document van de uitwendige invloeden. Het document, in de vorm van plan, tabel of lijst, bepaalt op unieke wijze de uitwendige invloeden van de ruimten. In het geval dat er geen specifieke uitwendige invloeden in aanmerking zijn te nemen, zoals deze opgenomen in de hiernavolgende tabel van niet-specifieke uitwendige invloeden, bevestigt het document dit. Het document dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert het document voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen het document en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

De niet-specifieke uitwendige invloeden in de betrokken zones worden vermeld in *tabel 9.1.*

Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden

Omgevingstemperatuur	**AA**	1	2	3			6	7	
Aanwezigheid van water	**AD**		2	3	4	5	6	7	8
Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen	**AE**		2	3	4				
Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen	**AF**		2	3	4				
Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken	**AG**		2	3					
Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen	**AH**		2	3					
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming	**AK**		2						
Aanwezigheid van fauna	**AL**		2						
Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden	**AM**		2	3	4	5	6		
Zonnestraling	**AN**		2						
Bekwaamheid van personen	**BA**		2	3	4	5			
Toestand van het menselijk lichaam	**BB**		2	3					
Aanraking van het aardpotentiaal door personen	**BC**				4				
Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen	**BD**		2	3	4				
Aard van behandelde of opgeslagen goederen	**BE**		2	3	4				
Bouwmaterialen	**CA**		2						
Structuur van gebouwen	**CB**		2	3	4				

Noot: De niet specifieke uitwendige invloeden zijn door zwarte vakjes aangeduid.

De uitbater van meerdere installaties van hetzelfde type of zijn afgevaardigde mag, per type installatie, een afzonderlijke lijst van niet-specifieke uitwendige invloeden samenstellen. . De lijst dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de lijst voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de lijst en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

De bepalingen van *afdeling 9.1.6.* zijn niet van toepassing op elektrische installaties in huishoudelijke ruimten.

Afdeling 9.1.7. Zoneringsplannen

De specificaties voor de realisatie van de zoneringsplannen met betrekking tot explosiegevaar zijn beschreven in *hoofdstuk 7.102*.

Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5

De bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 wordt aan de werknemers toegekend door de werkgever. De reikwijdte van deze toekenning met betrekking tot de aard van de elektrische installaties of de aard van de werkzaamheden waarvoor deze bekwaamheid geldt, moet bepaald zijn.

Onverminderd de bepalingen van hoofdstuk VI van boek 3, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen, houdt de werkgever bij de beoordeling van de bekwaamheid van personen en bij de toekenning van deze bekwaamheid ten minste rekening met:
- de kennis van de betrokken werknemer met betrekking tot de risico's die door de elektrische installaties geboden worden, opgedaan door opleiding of ervaring binnen of buiten de inrichting van de werkgever;
- de aard en de verscheidenheid van de elektrische installaties, zoals hoog- of laagspanning, netstelsels, aard van het toegepaste elektrisch materieel (bijvoorbeeld klassiek elektrisch materieel, ontploffingsveilig materieel),... waarvoor deze kennis geldt;
- de verscheidenheid aan activiteiten aan of nabij een elektrische installatie (werken onder spanning, in de nabijheid van onder spanning staande delen, werken buiten spanning, schakelwerkzaamheden aan elektrische installaties, controle-, inspectie- en meetwerkzaamheden...) waarvoor deze kennis geldt.

Deze beoordeling van de bekwaamheid, met inbegrip van de omschrijving van de installaties en van de werkzaamheden waarvoor de beoordeling geldt, is traceerbaar.

De toekenning van de codificatie van de bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 aan een werknemer wordt door de werkgever vastgelegd in een document, dat, behalve de naam van de werknemer, duidelijk bepaalt voor welke werkzaamheden en voor welke elektrische installaties de bekwaamheid geldt (o.a. door een beschrijving van de toegelaten activiteiten, een beschrijving van de elektrische installaties waaraan of waar nabij mag gewerkt worden...), met de eventuele bijzondere beperkingen ervan, de geldigheidsduur en de eventuele voorwaarden voor het behouden van de bekwaamheid.

Onverminderd het codificeren van de bekwaamheid BA4/BA5 blijven de werkgevers, elk binnen hun bevoegdheid en op hun niveau, ertoe gehouden:
- ervoor te zorgen dat iedere betrokken persoon een voldoende en aangepaste opleiding en vorming ontvangt die speciaal gericht is op zijn werkpost of functie;
- de bekwaamheid van de betrokken personen op gebied van veiligheid en gezondheid in aanmerking te nemen wanneer zij hen met de uitvoering van een werkzaamheid aan of nabij een elektrische installatie belasten;
- te controleren of de verdeling van de taken op een zodanige wijze geschiedt dat de verschillende werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie worden uitgevoerd door personen die daartoe de vereiste bekwaamheid hebben of hebben behouden, en de vereiste vorming, opleiding en instructies hebben ontvangen.

Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties

Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk:
- is van toepassing op alle werkzaamheden die aan, met of in de omgeving van elektrische installaties worden uitgevoerd;
- is niet van toepassing op personen die gebruik maken van elektrische installaties die zijn ontworpen en geïnstalleerd voor gebruik door personen gecodificeerd als BA1, BA2 of BA3, zoals bepaald in *afdeling 2.10.11*.

Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften

Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe

Alle werkzaamheden moeten voorafgegaan worden door een risicobeoordeling, die toelaat te bepalen hoe de werkzaamheden moeten voorbereid en uitgevoerd worden om de veiligheid te waarborgen.

Voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig weerkerende werkzaamheden die onder dezelfde omstandigheden verlopen volstaat een algemeen geschreven procedure gesteund op een risicobeoordeling.

Alle gebruikte collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (werktuigen, meetapparatuur...), moeten voor die aanwending geschikt zijn, in een behoorlijke gebruikstoestand zijn onderhouden en correct worden aangewend.

Indien nodig, moet tijdens de volledige duur van de werkzaamheden een aangepaste signalering worden aangebracht.

Er moet onverwijld verholpen worden aan gebreken die een onmiddellijk gevaar opleveren.

Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel

Elke persoon die betrokken is bij werkzaamheden moet onderricht worden over de veiligheids- en de bedrijfsvoorschriften die op zijn werk van toepassing zijn. Deze moeten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden worden herhaald in geval van langdurige werkzaamheden of bij verandering van de werkomstandigheden.

Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie

Elke elektrische installatie moet onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke worden geplaatst.

Alle werkzaamheden moeten onder de verantwoordelijkheid staan van de werkverantwoordelijke.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke moeten in gemeenschappelijk akkoord schikkingen treffen om de veilige uitvoering van de werkzaamheden te waarborgen.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke kunnen één en dezelfde persoon zijn.

De werkzone moet worden bepaald door de werkverantwoordelijke na overleg met de installatieverantwoordelijke. Een aangepaste werkruimte en de nodige toegangsmiddelen moeten worden voorzien.

Indien de risicobeoordeling de noodzaak er voor aantoont:
- moet de werkzone en/of de toegang tot de werkzone worden afgebakend;
- moet een schriftelijke voorbereiding van de werkzaamheden worden opgemaakt.

Alle nodige informatie, mondeling of schriftelijk of visueel, moet op een betrouwbare en ondubbelzinnige wijze worden overgebracht.

Om fouten bij een mondelinge overdracht van informatie te vermijden, moet de bestemmeling de informatie hoorbaar voor de verzender herhalen die op zijn beurt moet bevestigen dat zij goed ontvangen en begrepen werd.

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten en de elektrische installatie na de voltooiing van de werkzaamheden opnieuw onder spanning te brengen, mag niet worden gegeven door signalen die automatisch worden gestuurd noch door een voorafgaand akkoord over een welbepaald tijdsinterval.

Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden

De exploitatiewerkzaamheden zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke en moeten worden uitgevoerd door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen. De installatieverantwoordelijke moet, indien vereist, worden ingelicht wanneer de gebruikelijke exploitatiewerkzaamheden zijn voltooid.

De personen die exploitatiewerkzaamheden uitvoeren moeten de aangewezen voorzorgsmaatregelen treffen tegen elektriciteitsrisico's. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

In voorkomend geval moeten de regels voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

De meet- en testapparaten moeten vóór en, indien nodig, ook na hun gebruik op hun goede werking worden gecontroleerd.

Inspecties moeten worden uitgevoerd door vakbekwame personen (BA5) die ervaring hebben met het inspecteren van soortgelijke installaties. Inspecties moeten worden uitgevoerd met passende hulpmiddelen en zodanig dat gevaren worden voorkomen waarbij, indien nodig, rekening wordt gehouden met de beperkingen door de aanwezigheid van ongeïsoleerde actieve delen.

Wanneer proeven met behulp van een externe voedingsbron worden uitgevoerd, moeten de volgende voorzorgsmaatregelen worden getroffen om te verzekeren dat:
- de installatie van elke normale voedingsbron gescheiden is;
- de installatie door geen enkele andere voedingsbron kan worden hervoed;
- gedurende de volledige duur van de proeven de aangewezen veiligheidsmaatregelen worden getroffen om het aanwezige personeel tegen elektriciteitsgevaren te beschermen;
- de scheidingspunten afdoende zijn geïsoleerd om aan de gelijktijdige toepassing van de proefspanning enerzijds en de bedrijfsspanning anderzijds te weerstaan.

Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning

In de installaties op laagspanning van de tweede categorie is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor laagspanning van de tweede categorie wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde echter dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor laagspanning van de tweede categorie mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst der fasen... door middel van een draagbaar toestel in laagspanning van de tweede categorie mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

Afdeling 9.3.4. Werkprocedures

Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding

a. Algemeenheden

De installatieverantwoordelijke of de werkverantwoordelijke vergewist zich er van dat de specifieke en gedetailleerde instructies werden meegedeeld vóór de aanvang van de werkzaamheden aan het personeel dat met de uitvoering van de werkzaamheden is belast. Hij vergewist er zich van dat deze instructies begrepen zijn en toegepast worden.

Vóór de aanvang van de werkzaamheden licht de werkverantwoordelijke de installatieverantwoordelijke in aangaande de aard, de plaats, de planning van de voorziene werkzaamheden en de gevolgen voor de elektrische installatie.
In geval van op voorhand geplande werkzaamheden, exploitatiewerkzaamheden uitgezonderd, gebeurt deze informatie schriftelijk.

Enkel de installatieverantwoordelijke mag toestemming verlenen om met de werkzaamheden aan te vangen. Die procedure moet eveneens worden bepaald in het geval van onderbreking.

In principe worden de werkzaamheden buiten spanning uitgevoerd.
Werken onder spanning mogen slechts uitgevoerd worden op voorwaarde dat aan de drie volgende voorwaarden voldaan wordt:
- dat de kenmerken van de elektrische installatie het toelaten; en
- dat een aangepaste werkmethode wordt toegepast; en
- dat de dienstnoodwendigheden zulks vereisen.

b. Inductie

Geleiders of geleidende delen in de buurt van geleiders onder spanning kunnen elektrische invloeden ondergaan. Onverminderd de voorschriften van de *onderafdelingen 9.3.4.2.* en *9.3.4.4.* moeten er specifieke voorzorgsmaatregelen worden getroffen bij de uitvoering van werkzaamheden op de vermelde geleiders of geleidende delen die aan inductie blootstaan:
- door aarding op passende tussenafstanden om zo de spanning tussen geleiders en aarde tot een veilig niveau terug te brengen;
- door potentiaalvereffening op de werkzone om zo de mogelijkheid te voorkomen dat personen zich in een inductielus begeven.

c. Atmosferische omstandigheden

Bij ongunstige atmosferische omstandigheden moeten beperkingen worden opgelegd. Indien dit noodzakelijk is om gevaar te voorkomen, moeten werkzaamheden aan installaties in de openlucht of aan een toestel dat direct is verbonden met een dergelijke installatie, bij het zien van bliksem of het horen van donder of wanneer er een onweersbui nadert, onmiddellijk worden gestaakt. Dit moet aan de installatieverantwoordelijke worden meegedeeld.

Wanneer het zicht op de werkzone slecht is, mogen er geen werkzaamheden worden begonnen of voortgezet.

Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning

a. Essentiële voorschriften

Om zich te verzekeren dat de elektrische installatie in de werkzone buiten spanning is en blijft gedurende de duur van de werkzaamheden, moeten de volgende maatregelen worden toegepast:
- voorbereiden van de werkzaamheden;
- scheiden van de elektrische installatie;
- voorkomen van herinschakeling van de elektrische installatie;
- controleren van de spanningsafwezigheid;
- aarden, ontladen en kortsluiten;
- afbakenen en/of afschermen van de elektrische installatie;
  vrijgeven van de elektrische installatie.

b. Voorbereiden van de werkzaamheden

Het voorbereiden omvat de identificatie van de installatie waaraan moet worden gewerkt, alsmede de identificatie van de maatregelen die moeten worden getroffen om de veiligheid te waarborgen en de installatie vrij te geven.

c. Scheiden

Het gedeelte van de installatie waarop de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, moet van alle voedingsbronnen worden gescheiden volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.*

d. Voorkomen van herinschakeling

Alle schakelinrichtingen die gebruikt werden om de elektrische installatie in de werkzone te scheiden, moeten tegen elke mogelijke herinschakeling worden beveiligd, bij voorkeur door vergrendeling van het bedieningsmechanisme. Indien een mechanische vergrendeling onmogelijk is, moeten andere maatregelen worden getroffen om een voortijdig onder spanning brengen te voorkomen. Indien voor het schakelen van de onderbrekingsinrichting een hulpenergiebron noodzakelijk is, moet deze voedingsbron buiten bedrijf worden gesteld.

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden. Deze verplichting geldt niet voor de automatische scheidingsystemen voorzien in *afdeling 5.3.3*.

e. Controleren van de spanningsafwezigheid

De afwezigheid van spanning moet met de aangepaste uitrustingen worden nagegaan op alle actieve geleiders van de elektrische installatie binnen de werkzone of in de onmiddellijke nabijheid daarvan.

f. Aarden, ontladen en kortsluiten

Binnen de werkzone moeten alle gedeelten van alle hoogspanningsinstallaties en van sommige laagspanningsinstallaties (zie verder laatste alinea «verplichting tot aarden en kortsluiten») waarop werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, geaard en vervolgens kortgesloten worden. De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten eerst aan het aardingspunt en vervolgens aan de te aarden actieve delen worden aangesloten.

De actieve delen van voormelde elektrische installatie die na de scheiding nog capacitieve ladingen vertonen, moeten met behulp van aangepaste apparatuur worden ontladen.

Installaties die eventueel na het onderbreken nog een restspanning kunnen vertonen mogen pas kort gesloten worden nadat deze restspanning totaal verdwenen is.

De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten, telkens wanneer dit mogelijk is, vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Indien dat niet mogelijk is, moeten de aardingsverbindingen zo dicht als redelijkerwijs mogelijk bij de werkzone worden aangebracht.

Wanneer er tijdens de werkzaamheden geleiders moeten worden doorgesneden of aangesloten en indien er een risico van potentiaalverschillen op de installatie bestaat, dan moeten er vóór het doorsnijden of aarden van de geleiders aangepaste maatregelen binnen de werkzone worden getroffen, zoals overbruggen en/of aarden.

In al die gevallen moet men zich ervan vergewissen dat de inrichtingen en/of uitrustingen voor het aarden (aardingsscheider, kabels, klemmen...) aangepast zijn aan de voorziene kortsluitstroom.

De nodige voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen opdat de aardingen tijdens de duur van de werkzaamheden verzekerd blijven, uitgezonderd wanneer de aardingsverbindingen moeten verwijderd worden bij metingen of proeven die niet uitgevoerd kunnen worden met geïnstalleerde aardings- of kortsluitinrichtingen. In dit geval moeten bijkomende of alternatieve maatregelen genomen worden.

De verplichting tot het aarden en kortsluiten van laagspanningsinstallaties binnen de werkzone is enkel verplicht wanneer het risico aanwezig is dat deze installatie ongewild spanning kan voeren, bijvoorbeeld:
- bij bovengrondse elektrische leidingen die gekruist worden door andere lijnen of die elektrisch worden beïnvloed;
- installaties die gevoed kunnen worden door noodstroombronnen.

g. Afbakenen en/of afschermen

Wanneer delen van een elektrische installatie in de onmiddellijke omgeving van de werkzone onder spanning blijven dient men af te bakenen en/of af te schermen volgens de bepalingen van *onderafdeling 9.3.4.4.*

h. Vrijgeven

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten, moet worden verleend door de installatieverantwoordelijke. De werkverantwoordelijke moet het personeel informeren dat ze de werken mogen aanvangen in het gedeelte dat wordt vrijgegeven.

De werkverantwoordelijke mag de uitvoerders pas toelating verlenen om de werkzaamheden aan te vatten nadat de maatregelen die onder de *punten b.* tot *g.* worden beschreven, volledig werden uitgevoerd.

i. Terug onder spanning brengen

Na het stopzetten of voltooien van de werkzaamheden en het uitvoeren van de vereiste controles, moeten de personen wier aanwezigheid niet langer vereist is, de werkzone verlaten. Alle arbeidsmiddelen, de signalering en de collectieve beschermingsmiddelen die tijdens de werkzaamheden werden gebruikt, moeten worden weggenomen indien niet noodzakelijk tijdens het eventuele verdere verloop van de werkzaamheden.

De maatregelen vermeld in de *punten c.* tot *g.*, die werden getroffen om de veiligheid tijdens de werkzaamheden te verzekeren dienen ongedaan gemaakt te worden.

Van zodra één van de maatregelen vermeld in deze onderafdeling die werden getroffen om de veiligheid van de elektrische installatie te verzekeren, ongedaan is gemaakt, mag dat gedeelte van de elektrische installatie niet langer beschouwd worden als een zone waar werkzaamheden buiten spanning kunnen uitgevoerd worden.

Het is pas wanneer de werkverantwoordelijke ervan verzekerd is dat de elektrische installatie klaar is om opnieuw op veilige wijze onder spanning te worden gebracht, dat hij de plicht heeft de installatieverantwoordelijke te melden dat de werkzaamheden zijn voltooid.

Pas vanaf dat ogenblik mag de procedure voor het herstel van de spanning worden ingezet.

De werkzaamheden om de installatie terug onder spanning te brengen gebeuren onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke.

Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden onder spanning mogen enkel aangevat worden nadat voorafgaandelijk alle maatregelen ter voorkoming van brandwonden, brand en ontploffing werden getroffen.

Voor werkzaamheden onder spanning moeten er beschermingsmaatregelen worden getroffen om elektrische schokken en kortsluitingen te vermijden.

Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

b. Specifieke opleiding, vorming en kwalificatie

Enkel de personen die een specifieke opleiding en vorming gevolgd hebben mogen, na gunstige beoordeling van hun bekwaamheid, werkzaamheden onder spanning uitvoeren.

De vaardigheid tot onder spanning werken moet op peil worden gehouden hetzij in de praktijk, hetzij door extra- of permanente educatie.

c. Werkmethoden – Definities

Werkzaamheden op afstand > D_L: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon op een gegeven afstand van de blanke delen onder spanning blijft en zijn werk met behulp van aangepaste isolerende werkmiddelen uitvoert.

Werkzaamheden met contact: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon, van wie de handen elektrisch beschermd zijn door isolerende handschoenen en eventueel ook door isolerende armbeschermers, bij de uitvoering van zijn werk in rechtstreeks mechanisch contact is met de blanke delen onder spanning. In laagspanningsinstallaties sluit het gebruik van isolerende handschoenen het gebruik niet uit van isolerend of geïsoleerd handgereedschap en gepaste isolatie t.o.v. de omgeving.

Werkzaamheden op hetzelfde potentiaal: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon in elektrisch contact met de actieve delen komt, na op hetzelfde potentiaal te zijn gebracht en geïsoleerd te zijn ten opzichte van zijn omgeving.

d. Arbeidsmiddelen, collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen

Aanvullend op *onderafdeling 9.3.2.1.* moeten de karakteristieken, de aanwending, de opslag, het onderhoud, het vervoer en de controles van de arbeidsmiddelen en uitrustingen voor werkzaamheden onder spanning worden gespecificeerd.

e. Omgevingsomstandigheden

In het geval van ongunstige weersomstandigheden of omgevingsomstandigheden moeten de werkzaamheden onder spanning aan beperkingen worden onderworpen.

Wanneer de omstandigheden een stopzetting van de werkzaamheden vereisen, moet het personeel de installatie en de isolerende en geïsoleerde inrichtingen in beveiligde toestand achterlaten.

f. Specifieke eisen voor installaties op zeer lage spanning

Werkzaamheden aan ZLVS-installaties (waarvan de spanning de waarden van de tabel van *onderafdeling 4.2.2.2.* niet overschrijdt) mogen zonder beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking worden uitgevoerd. Gepaste maatregelen moeten genomen worden tegen risico's van kortsluitingen. In het geval van andere vormen van ZLS moeten de voorschriften van *punt g.* hieronder vermeld worden toegepast.

g. Bijkomende eisen voor laagspanningsinstallaties

Buiten de bijzondere voorschriften die voor specifieke laagspanningsinstallaties kunnen van kracht zijn, dienen de volgende algemene voorschriften, in functie van het risico, in acht te worden genomen:
- gebruik van gepaste collectieve beschermingsmiddelen;
- toepassen van bijkomende isolatie en/of aanwending van geïsoleerde gereedschappen;
- aanwending van persoonlijke beschermingsmiddelen (handschoenen, gelaatsscherm).

h. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden onder spanning zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:
- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bv. voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

i. Specifieke werkzaamheden onder spanning

Werkzaamheden zoals reiniging, besproeiing, of het verwijderen van ijsafzettingen op isolatoren moeten in specifieke werkinstructies worden omschreven. Dergelijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De reinigingswerkzaamheden onder spanning van elektrische installaties moeten worden uitgevoerd met naleving van de volgende voorschriften:
- de gebruikskenmerken van de arbeidsmiddelen, gebruikt bij de verstuiving van de reinigingsvloeistof (natte reiniging), alsook deze van de stofzuiginstallatie (droge reiniging) alsook deze van de vloeistof zelf worden bepaald door de nominale spanning U_n van de stroombanen waaraan wordt gewerkt;
- de gebruikskenmerken (isolatieniveau, kruipstroom, vochtigheid, doorslagspanning...) van de onder het eerste streepje vermelde arbeidsmiddelen moeten worden gestaafd aan de hand van een beproevingsverslag afgeleverd door een voor deze toepassing geaccrediteerd laboratorium;

- de afmetingen van zowel het spuitstuk (natte reiniging) als het opzuigstuk (droge reiniging) zijn zo gekozen dat tijdens de werkzaamheden hun handvatten nooit voorbij het initieel vlak van de (eventueel verwijderde) afschermingsinrichtingen van de actieve delen blijven;
- de reinigingsvloeistof is noch ontvlambaar noch schadelijk voor de werknemers;
- de reinigingswerkzaamheden mogen enkel uitgevoerd worden door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwaam persoon (BA5) in aanwezigheid van een andere vakbekwame persoon (BA5) zoals omschreven in *afdeling 2.10.11.* Deze personen hebben een praktijkgerichte opleiding genoten die op de aan deze werkzaamheden verbonden risico's is afgestemd;
- bij aanwezigheid van niet-afgeschermde borden (IP van minstens XX-A) onder spanning dient de met de reinigingswerkzaamheden belaste persoon een elektrische isolerende werkkledij te dragen;
- maatregelen moeten worden genomen opdat de reinigingsvloeistof zich niet met water kan verzadigen en opdat het condensatiewater niet kan worden weggeslingerd;
- de reinigingsvloeistof mag geen componenten bevatten die de isolatiematerialen van de elektrische apparatuur kunnen aantasten.

Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning mogen, wanneer de nominale spanning meer dan die van de ZLS bedraagt, alleen worden uitgevoerd wanneer de genomen veiligheidsmaatregelen de zekerheid bieden dat de delen onder spanning niet kunnen worden aangeraakt of dat de zone onder spanning niet kan worden bereikt.

De waarden van de afstanden D_V, die de buitengrens van de nabijheidszone aangeven, zijn opgenomen in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.*

Om de elektrische risico's in de nabijheid van delen onder spanning te beheersen, moet de beveiliging worden verzekerd door middel van omhullingen, of door hindernissen. Wanneer deze maatregelen niet kunnen worden getroffen, moet de bescherming worden verzekerd door het behoud van een minimale werkafstand ten opzichte van de niet-geïsoleerde delen onder spanning die niet minder dan D_L mag bedragen en door, indien nodig, in een aangepast toezicht te voorzien.

Voordat met de werkzaamheden wordt begonnen, moet de werkverantwoordelijke het personeel, vooral zij die niet vertrouwd zijn met het werken in de nabijheid van actieve delen, instrueren over het aanhouden van veilige afstanden, over de getroffen veiligheidsmaatregelen en over de noodzaak van veiligheidsbewust gedrag. De grens van de werkplek moet nauwkeurig zijn aangegeven, en er moet aandacht worden geschonken aan bijzonderheden en ongewone omstandigheden.
Deze aanwijzingen moeten regelmatig of wanneer de werkomstandigheden zijn gewijzigd worden herhaald.

b. Beveiliging door middel van omhullingen of hindernissen

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd binnen de zone onder spanning, moeten ze van isolerend materiaal zijn en moeten de gepaste procedures voor hetzij werken buiten spanning, hetzij werken onder spanning worden toegepast.

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd buiten de zone onder spanning, moet hiervoor de procedure voor werken buiten spanning worden toegepast, ofwel gebruik gemaakt worden van middelen die verhinderen dat het personeel, dat de beschermingsmiddelen aanbrengt de zone onder spanning binnendringt, zo niet moeten de procedures voor werken onder spanning worden toegepast.

c. Bescherming door behoud van een veilige werkafstand

Wanneer de bescherming door behoud van een veilige werkafstand wordt gebruikt, moet deze werkmethode ten minste de volgende drie punten omvatten:
- de in acht te nemen afstand die niet minder dan D_L mag bedragen, daarbij rekening houdend met de aard van de werkzaamheden en de nominale spanning van de elektrische installatie;
- de te hanteren criteria voor de aanduiding van het personeel dat instaat om deze werkzaamheden uit te voeren;
- de procedures die tijdens de werkzaamheden moeten worden gevolgd om het binnendringen in de zone onder spanning te vermijden.

Indien nodig is een aangepast toezicht te voorzien.

d. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:

- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bij voorbeeld voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

e. Niet-elektrische werkzaamheden uitgevoerd door niet-elektriciens

Bij niet-elektrische werkzaamheden, zoals:
- bouwwerken;
- stellingbouw;
- installatie en gebruik van hijstoestellen, bouwmachines, hoogwerkers en brandweerladders;
- installatiewerkzaamheden;
- transportwerkzaamheden;
- schilder- en renovatiewerkzaamheden;
- installatie van andere uitrustingen en bouwuitrustingen,

moeten de afstanden voorgeschreven in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.* en in *afdeling 2.4.1.* m.b.t. het genaakbaarheidsgabarit nageleefd worden.

Bij de bepaling van de afstand moet rekening worden gehouden met:
- de spanning van het net;
- de aard van de werkzaamheden;
- de te gebruiken uitrustingen;
- het feit dat de betrokken personen gewone personen zijn.

In het geval van luchtlijnen moet men rekening houden met alle mogelijke bewegingen van de lijnen en met alle mogelijke verschuivingen, verplaatsingen, schommelingen, zwaai- of valbewegingen van de toestellen die voor de uitvoering van het werk worden gebruikt.

Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden

Het doel van het onderhoud bestaat erin om de elektrische installatie in een goede werkingsstaat te houden. Het onderhoud kan bestaan uit een «preventief onderhoud» dat systematisch uitgevoerd wordt om defecten te voorkomen, of uit een «correctief onderhoud» dat uitgevoerd wordt om defecte onderdelen te herstellen of te vervangen.

Er bestaan twee types van onderhoudswerkzaamheden:
- werkzaamheden tijdens welke de veiligheid van het onderhoudspersoneel in gevaar komt, hetgeen de toepassing van de werkprocedure beschreven in *afdeling 9.3.4.* vereist;
- werkzaamheden waarbij het ontwerp van de uitrusting de mogelijkheid biedt om een veilig onderhoud uit te voeren volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.4.* (bijvoorbeeld, de vervanging van smeltveiligheden of lampen).

Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel

Alle onderhoudswerkzaamheden moeten vóór hun uitvoering zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke.

Wanneer er onderhoudswerkzaamheden op een elektrische installatie worden uitgevoerd:
- moet het betrokken gedeelte van de installatie duidelijk worden gedefinieerd;
- moet er een persoon als verantwoordelijke voor het onderhoud worden aangeduid.

Waar noodzakelijk moeten de voorschriften voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

Het onderhoudspersoneel dat de werken uitvoert moet uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen bestaan. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

Alle veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen, met inbegrip van maatregelen die voor de bescherming van personen en goederen noodzakelijk zijn.

Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden

Herstellingswerkzaamheden kunnen ondermeer uit de volgende fases bestaan:

- het opsporen en lokaliseren van het defect;
- verhelpen van defecten en/of vervanging van componenten;
- opnieuw in dienst stellen van het herstelde gedeelte van de installatie.

Het kan nodig blijken om tijdens elke fase verschillende werkprocedures toe te passen.

Er moeten specifieke werkprocedures worden toegepast bij het opsporen en lokaliseren van defecten op een installatie onder spanning of via het toepassen van proefspanningen die gesteund zijn op de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Het verhelpen van defecten moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Er moeten aangepaste proefnemingen en regelingen worden uitgevoerd om te verzekeren dat de herstelde gedeelten van de installatie geschikt zijn om opnieuw onder spanning te worden gebracht.

Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden

a. Vervanging van smeltveiligheden

Normalerwijze moet de vervanging van smeltveiligheden buiten spanning worden uitgevoerd.

Indien smeltveiligheden zodanig bevestigd zijn dat personen beschermd zijn tegen rechtstreekse aanrakingen en dat kortsluitingen vermeden worden, kan de vervanging worden uitgevoerd door een gewone persoon en zonder de afwezigheid van spanning te verifiëren.

b. Vervanging van lampen en toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van lampen en demonteerbare toebehoren, (bijvoorbeeld starters) buiten spanning worden uitgevoerd.

De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking

In het geval van een tijdelijke onderbreking van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als werkverantwoordelijke werd aangeduid, alle nodige maatregelen treffen om de toegang tot niet-geïsoleerde delen onder spanning te beletten en elke niet-geoorloofde schakeling op de elektrische installatie te voorkomen.

Indien nodig, moet de persoon die als verantwoordelijke voor de elektrische installatie werd aangeduid, hiervan in kennis worden gesteld.

Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden

Aan het einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als verantwoordelijke voor het onderhoud werd aangeduid, de installatie opnieuw ter beschikking stellen van de persoon die als verantwoordelijke voor de installatie werd aangeduid en deze laatste via een bericht in kennis stellen van de toestand waarin zij zich bij de overdracht bevindt.

Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen

Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels

a. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheidszone van luchtlijnen

Werkzaamheden uitgevoerd in de nabijheidszone van een luchtlijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» zijn onderworpen aan de voorschriften van de *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en aan het verkrijgen van voorafgaandelijke schriftelijke machtiging van de beheerder van de lijn die de aanvrager inlicht omtrent de specifieke risico's en eventueel te nemen veiligheidsmaatregelen.

Daarenboven dient rekening gehouden te worden met de meest ongunstige stand van de lijn bij de bepaling van de nabijheidszone.

b. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheid van ondergrondse elektrische kabels

b.1. Principe

Geen enkel grondwerk, bestrating of ander werk mag in de omgeving van een ondergrondse elektrische kabel uitgevoerd worden zonder voorafgaand de eigenaar van de grond, de overheid die de eventueel gebruikte openbare weg beheert en de beheerder van de kabel te raadplegen. Het al dan niet aanwezig zijn van merktekens, zoals voorzien in *punt d* van *onderafdeling 5.2.9.2.* en in *afdeling 9.1.5.*, geeft geen vrijstelling van deze raadpleging.

Afgezien van deze raadpleging mag met de uitvoering van een werk slechts begonnen worden na lokalisatie van de kabels.

b.2. Spoedgevallen

De schikkingen van *punt b.1.*, eerste lid, zijn niet van toepassing indien de bestendigheid van de dienst een dringende uitvoering van de werken vereist. Indien de raadpleging niet is kunnen doorgaan mag men de werken niet aanvatten alvorens de ligging van de kabels bepaald is.

b.3. Gebruik van machines en mechanisch gereedschap voor grondwerk

Zonder dat de aannemer en de beheerder van de kabel voorafgaand overeengekomen zijn over de in acht te nemen voorwaarden mag men geen gebruik maken van machines of mechanisch gereedschap in een zone tussen twee verticale vlakken op een afstand van 50 cm aan weerszijden van de kabel.

Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden

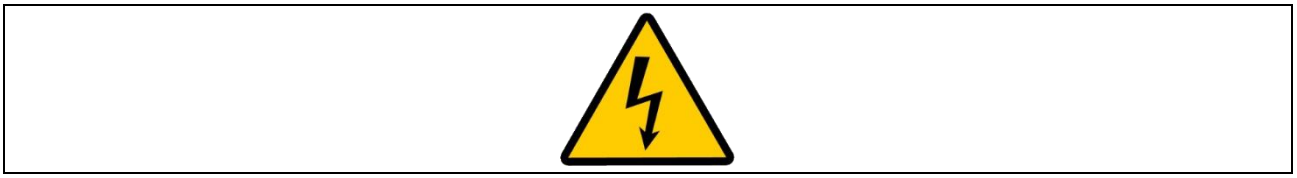
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties

Eén of meer waarschuwingsborden moeten aanduiden:
- de niet-gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen op laagspanning en op zeer lage spanning die, buiten beide voormelde gevallen, niet volledig beschermd zijn tegen rechtstreekse aanraking;
- de elektrische schakel- en verdeelinrichtingen, machines, toestellen en leidingen op hoogspanning die zich in gewone ruimten bevinden.

Een dergelijk waarschuwingsbord is echter niet verplicht voor de elektrische boven- en ondergrondse lijnen en hun toebehoren.

De waarschuwingsborden moeten de vorm hebben van een op één zijde geplaatste gelijkzijdige driehoek. Zij zijn afgeboord met een zwarte band en dragen in het midden een zwart bliksemteken op een gele achtergrond conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.1. Waarschuwingsbord



Afdeling 9.4.2. Verbodsborden

Een verbodsbord moet aangebracht worden op zekere elektrische toestellen, machines en leidingen waarvan de aanraking of de benadering gevaarlijk kan zijn of op de deuren die toegang verstrekken tot zulk materieel, zelfs indien een dergelijk gevaar niet onmiddellijk blijkt (bv. condensatoren die geladen blijven na de uitschakeling van het net, op afstand bediende installaties...).

De verbodsborden moeten rond zijn en bevatten op de boord en in diagonaal een rode band en in het midden op witte achtergrond het zwarte symbool bestaande uit een lijnstuk, dat een deel onder spanning voorstelt, een bliksemteken en het schaduwbeeld van een mens, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.2. Verbodsbord

Afdeling 9.4.3. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden

De plaats en de afmetingen van deze borden moeten worden gekozen rekening houdend enerzijds met de afmetingen van de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen waarop zij geplaatst worden en anderzijds met de afstand waarop zij gewoonlijk worden waargenomen.

Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen

Met uitzondering van de gevallen vermeld in *hoofdstuk 9.3.* is het verboden:
- de beveiliging tegen elektrische schokken bij rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen;
- de actieve delen onder spanning van het elektrisch materieel zonder reden aan te raken, met uitzondering voor het materieel werkend op een zeer lage veiligheidsspanning waarvan de spanning kleiner dan of gelijk is aan deze vermeld in onderafdeling 4.2.2.2.;
- ieder systeem voor bescherming van de elektrische installatie weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen.

Gezien om gevoegd te worden bij ons besluit van waarbij het Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, het Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en het Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bindend worden verklaard.

Van Koningswege:
De Minister van Werk,

K. PEETERS

De Minister van Energie,

M.C. MARGHEM

BIJLAGE 2. Boek 2 Installaties op hoogspanning

Wisselspanning > 1000 V
Gelijkspanning (met en zonder rimpel) > 1500 V

INHOUDSOPGAVE

BIJLAGE 2. BOEK 2 INSTALLATIES OP HOOGSPANNING I
Overzicht van de figuren iii
Overzicht van de tabellen v
Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties 1
Hoofdstuk 1.1. Inleiding 3
Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied 3
Hoofdstuk 1.3. Doel 3
Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes 4
Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties 4
Deel 2. Begrippen en definities 5
Hoofdstuk 2.1. Inleiding 7
Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties 7
Hoofdstuk 2.3. Spanningen 8
Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken 9
Hoofdstuk 2.5. Aardingen 15
Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen 18
Hoofdstuk 2.7. Leidingen 19
Hoofdstuk 2.8. Materieel 22
Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing 23
Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden 23
Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle 29
Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 32
Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties 35
Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden 37
Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren 39
Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit 40
Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties 40
Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties 41
Deel 4. Beschermingsmaatregelen 43
Hoofdstuk 4.1. Inleiding 45
Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken 45
Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden 57
Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom 66
Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning 67
Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen 67
Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel 69
Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel 73
Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen 74
Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht) 83
Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen 92
Deel 6. Controles van installaties 101
Hoofdstuk 6.1. Inleiding 103
Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied 103
Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen 103
Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 107
Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken 109
Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten 111
Hoofdstuk 7.1. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 113

Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties 121
Hoofdstuk 8.1. Inleiding 123
Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties 123
Hoofdstuk 8.3. Controlebezoek van een elektrische installatie in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 125
Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven 127
Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater 129
Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5 131
Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties 132
Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden 141
Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen 142

Overzicht van de figuren

Figuur 2.1. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur 11
Figuur 2.2. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd 12
Figuur 2.3. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element 12
Figuur 2.4. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter..... 12
Figuur 2.5. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter..... 12
Figuur 2.6. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen..... 16
Figuur 2.7. Aardingsweerstand R_E 17
Figuur 2.8. Aardingsimpedantie Z_E 17
Figuur 2.9. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E..... 17
Figuur 2.10. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}..... 18
Figuur 2.11. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}..... 18
Figuur 2.12. Plaatsingswijze «holle blok» 20
Figuur 2.13. Plaatsingswijze «kabelkanaal» 21
Figuur 2.14. Plaatsingswijze «kabelrek» 21
Figuur 2.15. Plaatsingswijze «buis» 21
Figuur 2.16. Plaatsingswijze «kabelbaan» 21
Figuur 2.17. Plaatsingswijze «haak» 22
Figuur 2.18. Plaatsingswijze «goot» 22
Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kraagstuk» 22
Figuur 2.20. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone 30
Figuur 2.21. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende bescherminrichting 30
Figuur 2.22. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen bescherminrichting 31
Figuur 4.1. Minimale afstanden voor de bescherming door middel van hindernissen 48
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen 75
Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen 75
Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming 75
Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven in een huls 75
Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken..... 75
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken 76
Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 76
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen 76
Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 76
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht, ... 76
Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen..... 77
Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 77
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 77
Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 77
Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 77

Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 78
Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 78
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 78
Figuur 5.19. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm^2) 94
Figuur 5.20. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s) 95
Figuur 9.1. Waarschuwingsbord 141
Figuur 9.2. Verbodsbord 141

Overzicht van de tabellen

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom 9
Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom 9
Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L 14
Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ 14
Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden 23
Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) 23
Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden 24
Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD) 24
Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 24
Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF) 25
Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 25
Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 26
Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 26
Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN) 26
Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA) 27
Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB) 27
Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 27
Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) . 28
Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 28
Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA) 28
Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB) 29
Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V 31
Tabel 4.1. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal 57
Tabel 4.2. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsprofiel 59
Tabel 4.3. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 61
Tabel 4.4. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 62
Tabel 4.5. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand . 62
Tabel 4.6. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. 64
van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden 64
Tabel 5.1. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 84
Tabel 5.2. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 84
Tabel 5.3. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD) 84
Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 85
Tabel 5.5. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA) 86
Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 87
Tabel 5.7. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen 93
Tabel 5.8. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal 93
Tabel 5.9. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur 95
Tabel 5.10. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden 96
Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden 131

Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties

HOOFDSTUK 1.1. INLEIDING **3**

HOOFDSTUK 1.2. TOEPASSINGSGEBIED **3**

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden **3**

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen **3**

HOOFDSTUK 1.3. DOEL **3**

HOOFDSTUK 1.4. FUNDAMENTELE PRINCIPES **4**

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties **4**

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning 4

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen 4

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud 4

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel **4**

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel 4

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen 4

HOOFDSTUK 1.5. GRENZEN VAN DE INSTALLATIES **4**

Hoofdstuk 1.1. Inleiding

Het Boek 2 betreft elektrische installaties op hoogspanning.

Dit Boek is opgedeeld in:
- Deel x.
- Hoofdstuk x.x.
- Afdeling x.x.x.
- Onderafdeling x.x.x.x.

Men verstaat in dit Boek onder:

- **Boek 1:** boek over *de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning*.
- **Boek 3:** boek over *de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie*.

Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden

De voorschriften van dit Boek gelden voor alle elektrische installaties op hoogspanning bestemd voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie voor zover de nominale frequentie van de stroom niet groter is dan 10.000 Hz.

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen

De voorschriften van dit Boek gelden niet:
- voor de gebruikstoestellen op hoogspanning die door een laagspanningsnet gevoed worden en waarvan het vermogen van het hoogspanningsgedeelte 500 VA niet overtreft. Deze worden beschouwd als behorende tot de laagspanningsinstallatie zodat de bepalingen die voor de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning gelden ook op hen van toepassing zijn. Voor de ontladingslampen van lichtgevende uithangborden wordt de limiet van 500 VA echter verlaagd tot 200 VA;
- voor installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerders en hun hulpinstallaties, met inbegrip van de aansluitingen op dit net en de bijhorende meetinstallaties;
- voor vaste installaties eigen aan elektrische tractie van spoorwegen, metro, tramwegen en trolleybussen, alsook voor de elektrische uitrusting van hun rollend materieel. Worden niet beschouwd als installaties eigen aan elektrische tractie: centrales, onderstations en lijnen voor energietransmissie die de centrales met de tractieonderstations verbinden;
- voor installaties ontworpen of uitgebaat door de militaire overheid;
- voor signalisatie-installaties van de Belgische Spoorwegen;
- voor installaties op zeeschepen, vissersvaartuigen en binnenschepen;
- voor installaties voor luchtnavigatie, met inbegrip van de bijhorende grondinstallaties, van Belgocontrol, voor zover ze niet gelegen zijn op terreinen van derden, buiten het gebied van de luchthavens;
- voor ondergrondse installaties en gelijkgestelde bovengrondse installaties die het voorwerp uitmaken van wetten en reglementen van toepassing op mijnen, graverijen en ondergrondse groeven tenzij anders aangegeven.

Hoofdstuk 1.3. Doel

Het doel van dit Boek is voorschriften te bepalen aangaande de keuze van het materieel, de uitvoering, de bescherming, het gebruik en de controle van elektrische hoogspanningsinstallaties, teneinde het minimale veiligheidsniveau te verzekeren.

Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning

Elektrische installaties moeten in al hun onderdelen ontworpen en uitgevoerd worden in functie van hun nominale spanning.

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen

De normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, indien er bestaan, en alle bepalingen, die ten een minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden, moeten beschouwd worden als regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud

De elektrische installaties moeten uitgevoerd worden:
- met veilig elektrisch materieel;
- overeenkomstig hun bestemming;
- opdat correct onderhoud mogelijk is in al hun samenstellende delen,

en dit volgens de voorschriften van dit Boek en de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

De als dusdanig uitgevoerde installaties brengen, bij correct onderhoud en bij gebruik overeenkomstig hun bestemming, de veiligheid van personen alsook het behoud van goederen niet in gevaar.

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrische installaties moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel

In een elektrische installatie mogen slechts veilige elektrische machines, toestellen en leidingen aangewend worden. Dit wil zeggen dat ze moeten gebouwd zijn volgens de regels van goed vakmanschap en dat ze in geval van foutloze installatie en onderhoud, en toepassing volgens hun bestemming, zowel de veiligheid van personen als het behoud van goederen niet in gevaar mogen brengen.

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

De herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrisch materieel moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, elke door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of elke bepaling die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau biedt, betreffende elektrisch materieel en installatie, verplicht maken.

Het elektrisch materieel moet ten minste beantwoorden aan de criteria vermeld in *afdeling 5.1.3*.

Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties

Men beschouwt de aansluitklemmen aan de laagspanningszijde van de hoogspanning/laagspanningstransformator als grens van de hoogspanningsinstallatie.

Onverminderd de regionale technische reglementen voor het beheer van het elektrische distributienet, beschouwt men de grens van de installatie voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder, als zijnde de exploitatiegrens tussen de netbeheerder en de netgebruiker zoals bepaald in het aansluitingscontract of in het aansluitingsreglement.

Deel 2. Begrippen en definities

HOOFDSTUK 2.1. INLEIDING 7
HOOFDSTUK 2.2. KENMERKEN VAN DE INSTALLATIES 7
Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken 7
Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen 7
Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen 7
Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden 8
Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties 8
HOOFDSTUK 2.3. SPANNINGEN 8
Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen 8
Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom 9
Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom 9
HOOFDSTUK 2.4. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 9
Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen 9
Afdeling 2.4.2. Isolaties 14
HOOFDSTUK 2.5. AARDINGEN 15
HOOFDSTUK 2.6. ELEKTRISCHE STROOMBANEN 18
Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen 18
Afdeling 2.6.2. Stromen 18
Afdeling 2.6.3. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen 19
HOOFDSTUK 2.7. LEIDINGEN 19
Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen 19
Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen 20
HOOFDSTUK 2.8. MATERIEEL 22
HOOFDSTUK 2.9. SCHEIDING EN BESTURING 23
HOOFDSTUK 2.10. UITWENDIGE INVLOEDEN 23
Afdeling 2.10.1. Algemeenheden 23
Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA) 23
Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD) 24
Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 24
Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF) 24
Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG) 25
Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 25
Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 25
Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 26
Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN) 26
Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA) 26
Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB) 27
Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 27
Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) 28
Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 28
Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA) 28
Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB) 28
HOOFDSTUK 2.11. WERKZAAMHEDEN EN CONTROLE 29
Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties 29
Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties 32
HOOFDSTUK 2.12. SCHEMA'S, PLANNEN EN DOCUMENTEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 32

Hoofdstuk 2.1. Inleiding

De verschillende technische begrippen worden bepaald in dit deel in de gevallen waarvoor deze begrippen algemeen zijn.

Al deze bepalingen zijn van toepassing in dit Boek.

Andere definities, deze van begrippen die specifiek van toepassing zijn op een deel van het Boek, zijn in het betrokken deel opgenomen.

Tenzij anders vermeld gelden in dit Boek de aanduidingen inzake spanning zowel voor gelijkspanning als voor wisselspanning.

Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen

Lokaal: een overdekte ruimte begrensd door scheidingswanden, te weten door een vloer, wanden en een zoldering; deze scheidingswanden zijn vol of bevatten slechts openingen die geen doorgang verlenen aan een lange rechte draad van 1 mm diameter.

Elektrische installatie: een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen.

Vaste installatie (ook blijvende installatie genoemd): installatie die niet beantwoordt aan de definitie van een tijdelijke installatie, noch aan de definitie van een mobiele of verplaatsbare installatie.

Tijdelijke installatie: installatie die enkel een beperkte duur heeft zoals:
- hetzij een installatie die voor inrichtingen van beperkte duur bestemd is, die buiten het voorziene toepassingsgebied van ruimten vallen hetzij een installatie die zich regelmatig herhaalt;
- hetzij een installatie die voor de uitvoering van bouwwerken van gebouwen en dergelijke bestemd is.

Mobiele of verplaatsbare installatie: installatie die kan worden verplaatst, al dan niet onder spanning, hetzij door zijn eigen middelen hetzij door de gebruiker.

Plaats: een niet-noodzakelijk overdekte ruimte en niet-noodzakelijk begrensd door wanden of omheiningen.

Omheinde plaats: een niet noodzakelijk overdekte ruimte begrensd hetzij door een of meer scheidingswanden, hetzij door hindernissen ter afsluiting van een ruimte.

Ruimte van de elektrische dienst: een lokaal of een omheinde plaats die hoofdzakelijk of exclusief dient voor de uitbating van elektrische installaties.

Dienstplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is voor de uitbating van de elektrische installaties (bijvoorbeeld toezicht, bediening, regeling sturing...).

Onderhoudsplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is, hoofdzakelijk voor het normaal onderhoud van de elektrische installaties (bijvoorbeeld vervanging van smeltveiligheden, het in goede staat houden...).

Functionele opening: opening die voor het lokaal of de omheinde plaats de functie mogelijk maakt die het moet vervullen. Het betreft voornamelijk toegangsdeuren, verluchtingsopeningen, doorgangsopeningen voor leidingen, mechanisch bedieningsmaterieel...

Gewone ruimte: een lokaal of een plaats die geen ruimte van de elektrische dienst is.

Normaal bedrijf: een situatie waarin elektrische en niet-elektrische installaties binnen de ontwerpparameters worden gebruikt.

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de definities van aardverbindingssystemen voor hoogspanningsinstallaties bepalen.

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden

De eenheden en symbolen, verder in dit Boek gebruikt, zijn bepaald door het Koninklijk besluit van 4 oktober 1977, dat wijzigingen bevat van het koninklijk besluit van 14 september 1970 dat betrekking heeft op het gedeeltelijk in uitvoering brengen van de wet van 16 juni 1970 op de meeteenheden, de meetstandaarden en de meetwerktuigen en tot vaststelling van de wettelijke meeteenheden en van de standaarden en regels ter reproductie van deze eenheden.

Nominale waarde: waarde die gebruikt wordt om materieel aan te duiden door een kenmerkende grootheid (stroom, spanning...). Deze waarde is meestal gelijkaardig aan de toegekende waarde van dit materieel.

Toegekende waarde: waarde van een grootheid, meestal bepaald door de constructeur voor een gespecificeerde werking van een onderdeel van een inrichting of uitrusting.

Effectieve waarde: voor een tijdsafhankelijke grootheid is het de positieve vierkantswortel van de gemiddelde waarde van het kwadraat van de grootheid over het gegeven tijdsinterval (ook genoemd rms-waarde – *root mean square*).

Rimpelfactor: verhouding van de effectieve waarde van de periodische component van de stroom of de spanning tot de absolute waarde van hun gelijkspanningscomponent.

Joule-integraal: integraal van het kwadraat van de stroom in een gegeven tijdsinterval ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties

Veiligheidsverbruiker: uitrusting of systeem die/dat gedurende een bepaalde tijd om veiligheidsredenen voor personen in dienst moet blijven.

Veiligheidsinstallatie: elektrische installatie samengesteld uit de veiligheidsvoeding en de veiligheidsverbruiker.

Veiligheidsvoeding: voorziene voeding om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers te garanderen. Ze is samengesteld uit de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombaan.

Veiligheidsbron: elektrische bron deel uitmakend van de veiligheidsvoeding.

Kritische verbruiker: uitrusting of systeem waarvoor het functiebehoud is vereist om andere redenen dan deze van de veiligheid van personen.

Kritische installatie: elektrische installatie samengesteld uit de kritische verbruiker, zijn stroombaan en zijn eventuele vervangingsbron.

Vervangingsbron: elektrische bron voorzien om de voeding van een elektrische installatie of gedeelten van deze installatie of een toestel, om anderen redenen dan deze van de veiligheid van personen, bij het uitvallen van de normale bron te garanderen. Ze kan voor de voeding van de kritische installaties gebruikt worden.

Verbruiker met positieve veiligheid: een verbruiker waarvan de veiligheidsfunctie bij het uitvallen van de normale voeding in de tijd behouden blijft. Voorbeeld van een verbruiker met positieve veiligheid: een branddeur die door een elektromagneet in open positie wordt gehouden en die bij het uitvallen van de voeding mechanisch en automatisch sluit.

Normale bron: elektrische hoofdbron van een elektrische installatie onder normale gebruiksvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.3. Spanningen

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen

Nominale spanning van elektrisch materieel: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van het elektrisch materieel en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van dit materieel vastgelegd worden.

Nominale spanning van een elektrische installatie: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van een elektrische installatie en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van deze installatie vastgelegd worden. Deze waarde houdt geen rekening noch met voorbijgaande overspanningen bijvoorbeeld veroorzaakt door schakelen, noch met tijdelijke abnormale spanningsveranderingen, bijvoorbeeld wegens fouten in het voedingsnet.

Periodische spanning: spanning met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselspanning: periodische spanning waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke spanning die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkspanning: spanning met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische spanning die niet van teken verandert tijdens de periode.

Hoogspanning (HS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3*.

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom

Voor wisselspanningen worden de effectieve waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.1*.

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom

		Spanningsgebieden in wisselstroom (V)
Zeer lage spanning		$U \leq 50$
Laagspanning	1e categorie	$50 < U \leq 500$
	2e categorie	$500 < U \leq 1000$
Hoogspanning	1e categorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e categorie	$U > 50000$

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom

Voor gelijkspanningen worden de gemiddelde waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.2*.

Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom

		Spanningsgebieden (V)	
		in gelijkstroom met rimpel	***in gelijkstroom zonder rimpel***
Zeer lage spanning		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Laagspanning	1e categorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e categorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Hoogspanning		$U > 1500$	

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen

Elektrische schok: fysiopathologisch verschijnsel veroorzaakt door een elektrische stroom in het menselijk lichaam.

Rechtstreekse aanraking: aanraking door personen van actieve delen van elektrisch materieel.

Onrechtstreekse aanraking: aanraking door personen van toevallig onder spanning staande massa's.

Schokstroom: de stroom die door het menselijk lichaam vloeit en die een elektrische schok veroorzaakt.

Actieve geleider: een geleider bestemd voor het overbrengen van elektrische energie. De nulgeleider bij wisselstroom en de compensatorgeleider bij gelijkstroom beantwoorden eveneens aan deze bepaling.

Actieve delen: de geleiders en geleidende delen van elektrisch materieel die bij normaal gebruik onder spanning kunnen staan, met inbegrip van de geleidende delen, rechtstreeks verbonden met de nulgeleider bij wisselstroom of met de compensatorgeleider bij gelijkstroom.

Gelijktijdig genaakbare delen of stukken: geleiders of geleidende blanke delen die gelijktijdig door een persoon kunnen aangeraakt worden, dit wil zeggen die zich op een afstand van elkaar bevinden die gegeven wordt door de volgende formule:

$$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$$

met een minimum van 2,50 m. Hierin is U_N de nominale spanning, uitgedrukt in kV, tussen deze delen of stukken.

Kunnen beschouwd worden als gelijktijdig genaakbare delen of stukken:
- actieve delen;
- massa's;
- geleidende delen, vreemd aan de elektrische installatie;
- beschermingsgeleiders, equipotentiale geleiders;
- aardelektroden;
- de grond en geleidende vloeren.

Tussenstuk: niet-genaakbaar en geleidend deel van elektrisch materieel dat in normale omstandigheden niet onder spanning staat, maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

Massa: genaakbaar geleidend deel dat geen actief deel is maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

De term massa beduidt hoofdzakelijk genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, normaal geïsoleerd van de actieve delen maar die er toevallig mee in aanraking kunnen komen als gevolg van een tekortkoming in de schikkingen, genomen om hun isolatie te verzekeren. Deze tekortkoming kan het gevolg zijn van het in gebreke blijven van de basisisolatie, de bevestigings- of bescherminrichtingen.

Onder massa wordt namelijk verstaan:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, enkel van de actieve delen gescheiden door een basisisolatie;
- vreemde geleidende delen, elektrisch verbonden of in aanraking met het geleidend of isolerend uitwending oppervlak van elektrisch materieel dat slechts een basisisolatie omvat.

Dit is met name ook het geval voor metalen deurlijsten gebruikt als doorgang voor elektrische leidingen, als steun voor elektrische toestellen met basisisolatie of geplaatst in contact met het uitwendig omhulsel van deze toestellen.

Uit de bepaling van massa volgt eveneens dat genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, metalen bewapening van kabels en bepaalde metalen buizen massa's zijn.

Met de term massa wordt eveneens elk metalen voorwerp bedoeld dat door gewilde plaatsing of als gevolg van een bestaande toestand, elektrisch verbonden of in aanraking is met het uitwendig oppervlak van elektrisch materieel met basisisolatie.

In de ruimere betekenis moeten alle metalen voorwerpen in de nabijheid van niet-geïsoleerde actieve delen als massa beschouwd worden indien er een groot risico bestaat dat ze in elektrisch contact komen met deze actieve delen als gevolg van onvolkomenheden van de bevestigingsmiddelen (zoals loskomen van verbindingen, breuk van geleider...).

Geleidend deel, vreemd aan de elektrische installatie (afgekort: vreemd geleidend deel): geleidend deel dat niet tot de elektrische installatie behoort en dat een potentiaal, de aardpotentiaal inbegrepen, kan overbrengen.

Deze vreemde geleidende delen zijn namelijk:
- metalen delen gebruikt in de constructie van gebouwen;
- metalen leidingen voor gas, water, verwarming... en de niet-elektrische toestellen die erop aangesloten zijn;
- niet-isolerende vloeren en wanden.

Fout: toevallige elektrische verbinding tussen twee punten op verschillende potentialen. De verbinding kan rechtstreeks zijn of een zekere impedantie vertonen.

Impedantie van de foutlus: totale impedantie die de foutstroom bepaalt.

Foutstroom: stroom die ontstaat door een fout.

Aardfoutstroom: foutstroom die naar de aarde vloeit.

Lekstroom: stroom die in een foutloze elektrische stroombaan naar de aarde of naar de vreemde geleidende delen vloeit.

Foutspanning: spanning die bij een isolatiefout ontstaat tussen een massa en een punt waarvan de potentiaal niet veranderd wordt door het onder spanning brengen van de massa.

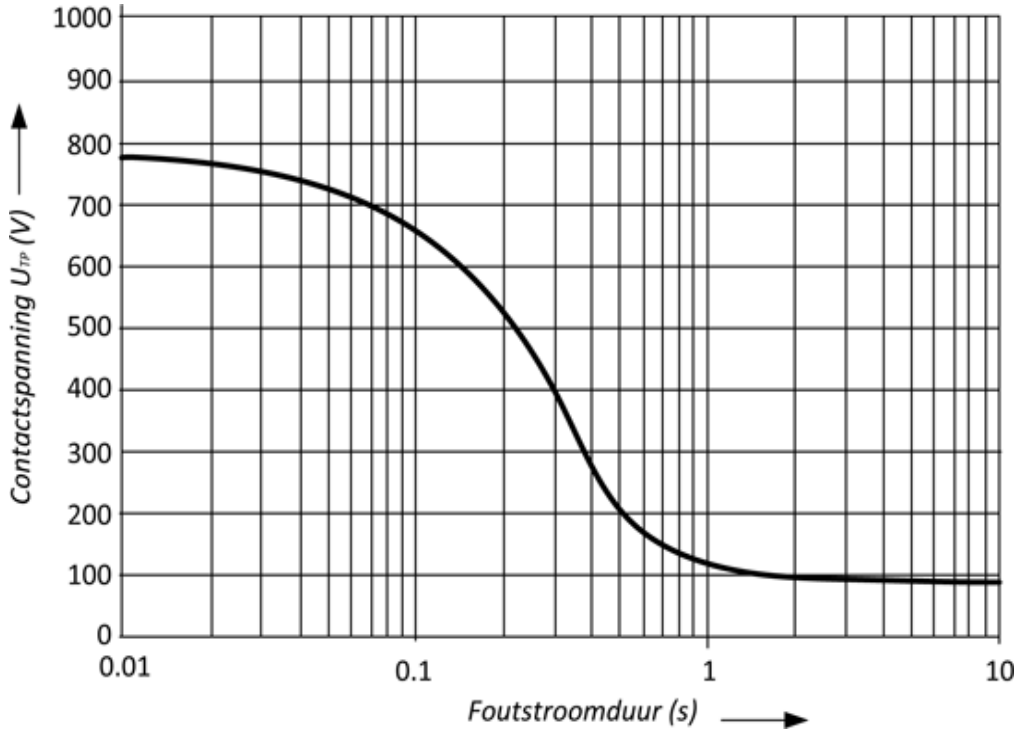
Contactspanning: spanning die, in het raam van de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen, bij een isolatiefout bestaat of kan ontstaan tussen gelijktijdig genaakbare delen, met uitzondering van actieve delen.

Contactspanning t.o.v. de aarde U_T: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon kan aangebracht worden, wanneer de stroom door het menselijk lichaam tussen de handen en de voeten vloeit (horizontale afstand tussen voeten en aangeraakte massa van 1 m).

Toelaatbare contactspanning U_{TP}: limietwaarde van de toegelaten contactspanning in functie van de foutstroomduur.

Deze limieten worden bepaald door de veiligheidscurve weergegeven in *figuur 2.1.* voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4 of BA5 personen.

Figuur 2.1. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur



Nota 1: deze curve betreft aardingsfouten in hoogspanningsinstallaties
Nota 2: indien de stroomdoorgangstijd groter is dan 10 s kan een waarde van 75 V worden gebruikt voor U_{TP}

Voor alle andere gevallen worden deze limieten bepaald door de veiligheidscurven van *tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$.*

Stapspanning U_S: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon met een staplengte van 1 m kan aangebracht worden wanneer de stroom door het menselijk lichaam van voet tot voet vloeit.

Gevaarlijke potentiaalverschillen: de gevaarlijke potentiaalverschillen zijn deze die contactspanningen groter dan de toegelaten waarde U_{TP} kunnen veroorzaken.

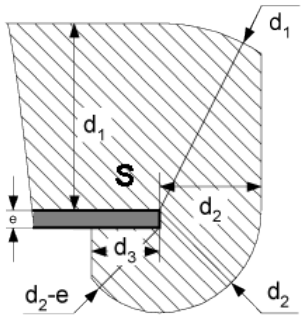
Overgebrachte contactspanning U_{TT}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze niet geaard zijn op het afgelegen uiteinde.

Overgebrachte contactspanning U_{TTE}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze ook geaard is op het afgelegen uiteinde.

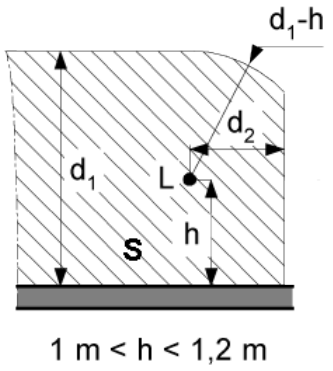
Verplaatsingsoppervlak: vast oppervlak waarop personen zich in normale omstandigheden bevinden of zich verplaatsen; dit oppervlak wordt begrensd door zijn eigen schikking of door één of meer materiële elementen.

Genaakbaarheidsgabarit: volume dat gelegen is rond een verplaatsingsoppervlak en dat begrensd is zoals vermeld in de *figuren* 2.2. t.e.m. 2.5.

Figuur 2.2. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd

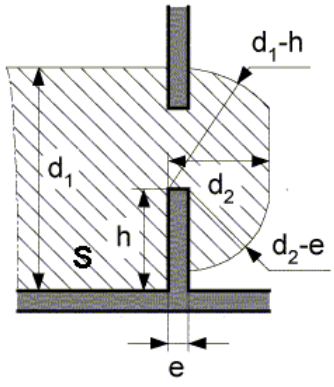


Figuur 2.3. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element

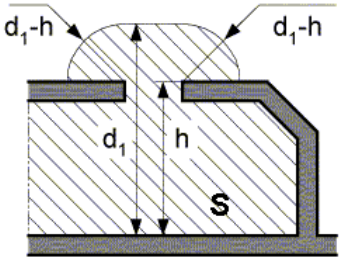


L = leuning (handgreep), materieel element

Figuur 2.4. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



Figuur 2.5. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



S: verplaatsingsoppervlak

d_1, d_2, d_3: afstanden in meter volgens onderstaande formules:

$d_1 = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ met minimum 2,5 m

$d_2 = 1{,}25 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ met minimum 1,25 m

$d_3 = 0{,}75 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ met minimum 0,75 m

waarin U_N, uitgedrukt in kV, de nominale spanning van de elektrische installatie is.

De verplaatsingsoppervlakken, alsmede de materiële elementen waarvan de samenstelling zodanig is dat de eventuele openingen geen doorgang verlenen aan een lange rechte staaf van 12 mm diameter, begrenzen het genaakbaarheidsgabarit.

Veiligheidsslot: Wordt niet als veiligheidsslot beschouwd:
- sloten die met een universele sleutel kunnen geopend worden;
- sloten die gemakkelijk met behulp van een handgereedschap (tang, schroevendraaier, …) kunnen geopend worden.

Voorbeelden van sloten die niet als veiligheidsslot beschouwd worden: dubbelbaardslot, driekantslot, vierkantslot, …

Isolerende vloeren en wanden: vloeren en wanden met voldoende grote weerstand om de foutstroom tot een ongevaarlijke waarde te beperken.

Worden als niet-isolerend beschouwd:
1. vloeren en muren van gewapend beton zonder verdere bekleding;
2. de vloerbedekkingen in natuursteen, baksteen, cement, tegels in ceramiek of cement die rechtstreeks geplaatst worden op vloerplaten van gewapend beton, op ruw metselwerk, op beton of in volle grond;
3. metalen bekledingen.

Worden als isolerend of niet-geleidend beschouwd:
1. houten parketvloer;
2. bekledingen uit niet-geleidende rubber, linoleum of kunststof;
3. wanden bekleed met een bepleistering, zoals droge plaaster;
4. droge muren van baksteen of plaasteren panelen;
5. tapijten en vaste vloerbekleding zonder metalen elementen.

Elektrische weerstandsproeven bepalen de categorieën waartoe ze behoren. In geval van twijfel, moeten de wanden en vloeren beschouwd worden als geleidende voorwerpen.

Beschermingsgraden gegeven door omhulsels: de beschermingsgraad inzake de door omhulsels verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen alsmede tegen de directe aanraking met actieve delen gelegen binnen de omhulsels wordt bepaald door een code die beantwoordt hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig niveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Deze code is samengesteld uit de letters *IP*, gevolgd door twee getallen waarvan het eerste de beschermingsgraad tegen de aanraking van actieve delen binnen het omhulsel of achter de hindernis en tegelijk de beschermingsgraad tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen voorstelt en het tweede de beschermingsgraad tegen binnendringen van vloeistoffen voorstelt.

Wanneer één van deze getallen niet is bepaald, wordt het vervangen door de letter *X*.

De bescherming tegen de directe aanraking met actieve delen, binnen het omhulsel of achter de hindernis, wordt bepaald door een letter die van de getallen is gescheiden door een streepje. De bijkomende letters worden slechts gebruikt indien de werkelijke bescherming tegen directe aanraking hoger is dan deze aangegeven door het eerste kenmerkend getal of indien enkel de bescherming tegen aanraking van actieve delen is vermeld.

De letters *A*, *B*, *C* en *D* hebben betrekking op de verhindering van de aanraking met de actieve delen door een kaliber met een doormeter van respectievelijk 50, 12, 2,5 en 1 mm.

Beschermingsgraden gegeven door hindernissen: de beschermingsgraad inzake de door hindernissen verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen, alsmede de bescherming tegen de directe aanraking van actieve delen achter de hindernissen wordt op een analoge wijze bepaald als bij de beschermingsgraden van omhulsels (zie *hoger*).

Conventionele grensspanningen

a) Absolute conventionele grensspanning U_L

De absolute conventionele grensspanning (U_L) hangt af van de weerstand van het menselijk lichaam die, met name, functie is van de huidvochtigheid.

Om de uitwendige invloed van de huidvochtigheid te bepalen wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters BB gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3.

Bij conventie werden aldus drie weerstanden van het menselijk lichaam, naargelang de huidvochtigheid, bepaald met drie overeenkomstige niet-gevaarlijke spanningen, conventionele grensspanningen genoemd, zoals aangeduid in *tabel 2.3*.

Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Absolute conventionele grensspanning U_L in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	50	75	120
BB2	Natte huid	25	36	60
BB3	In water ondergedompelde huid	12	18	30

b) Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

De relatieve conventionele grensspanning is een spanning die niet kan behouden blijven op een waarde groter dan de spanning $U_L(t)$, gedurende een tijd langer dan t, aangegeven in *tabel 2.4*.

Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

Maximale werkingsduur (t) in seconden	*Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in V*			
	BB1		*BB2*	
	Wisselspanning	*Gelijkspanning*	*Wisselspanning*	*Gelijkspanning*
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

De groep curven, opgesteld aan de hand van de waarden van de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in functie van de tijd, wordt verder in dit Boek veiligheidscurve genoemd.

Afdeling 2.4.2. Isolaties

Isolatie: het geheel der isoleringen (vaste, vloeibare, gasvormige) die bij het vervaardigen van elektrisch materieel of een elektrische installatie gebruikt worden om de actieve delen te isoleren. De isolatie moet weerstaan aan een proefspanning waarvan de waarde wordt bepaald:

- hetzij in de desbetreffende normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij door Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Hoofdstuk 2.5. Aardingen

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Aarde: vakterm die de aarde aanduidt, niet alleen als plaats, maar ook als geleidende stof, bv. het type grond, humus, teelaarde, zand, grind of rots.

Aardelektrode: in de grond aangebracht geleidend deel, dat een elektrische verbinding verzekert met de aarde.

Nuttig deel van de aardelektrode: deel van de aardelektrode onder de vriesgrens (60 cm onder het maaiveld).

Aardverbinding: één of meerdere aardelektroden die met elkaar blijvend verbonden zijn.

Elektrisch gescheiden aardverbindingen: aardverbindingen die voldoende ver van elkaar verwijderd zijn zodat de maximale stroom, die door één ervan vloeit, de potentiaal van de andere niet gevoelig verandert.

Aarding: aansluiting van een actief deel, een massa of een vreemd geleidend deel aan één of meerdere aardverbindingen.

Lokale aardingsinstallatie: geheel met beperkte spreiding, bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Globale aarding: aarding verwezenlijkt door middel van een samenstelling van lokale aardingsinstallaties die onderling galvanisch met elkaar verbonden zijn, met inbegrip van de eventuele kabels met aardingseffect.

Beschermingsgeleider: geleider gebruikt bij het nemen van bepaalde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking en die massa's verbindt met hetzij:
- andere massa's;
- vreemde geleidende delen;
- een aardverbinding;
- een met de aarde verbonden geleider;
- een met de aarde verbonden actief deel.

Hoofdbeschermingsgeleider: geleider die enerzijds verbonden is met de aardgeleider(s) en anderzijds met de beschermingsgeleiders van de massa's en zo nodig met deze van de vreemde geleidende delen en eventueel met de nulgeleider.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem met de aardverbinding verbindt, waarbij de eventuele aardingscheider geacht wordt deel uit te maken van deze aardgeleider.

Aardgeleider van het nulpunt en/of van de nulgeleider: geleider die het nulpunt en/of een punt van de nulgeleider verbindt met een aardverbinding.

Hoofdaardingsklem: verbindingsklem van de aardgeleider(s), van de hoofdbeschermingsgeleider(s) en van de hoofdequipotentiale geleider(s).

Aardingsklem of beschermingsklem: verbindingsklem van de beschermingsgeleider van elektrisch materieel.

Equipotentiaalzone of potentiaalvereffeningszone: ruimte waarin in geval van een fout in een elektrische installatie geen gevaarlijke potentiaalverschillen kunnen ontstaan.

Equipotentiaalverbinding of potentiaalvereffeningsverbinding: afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.

Equipotentiaalgeleider of potentiaalvereffeningsgeleider: geleider bestemd om de equipotentiaalverbinding of de potentiaalvereffeningsverbinding te verwezenlijken.

Kabel met aardingseffect: blanke geleider of metalen deel van de mantel van een kabel, die door zijn contact met de aarde, zich gedraagt als een aardverbinding.

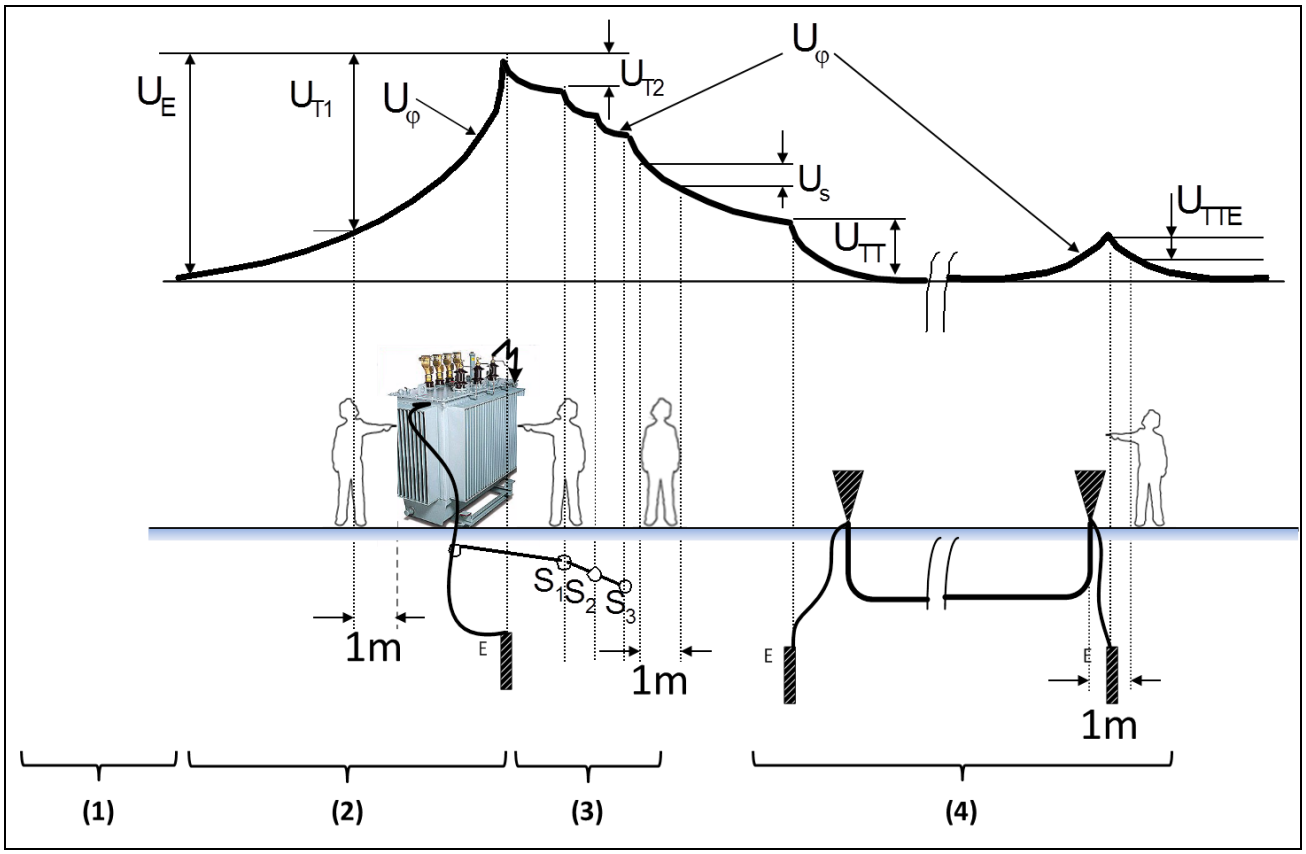
Aardpotentiaalstijging U_E: spanning aanwezig tussen een aardingsinstallatie en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een aardfoutstroom.

Aardbodemspanning U_φ: spanning aanwezig tussen een punt van de aardbodem en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een foutstroom.

Neutrale zone of neutrale (referentie) aarde: deel van de aarde, buiten de beïnvloedingszone van een aardverbinding, waarin, tussen gelijk welke twee punten, geen waarneembaar potentiaalverschil kan voorkomen ten gevolge van een aardfoutstroom.

Spreidingszone (van een aardverbinding): zone gelegen omheen de aardverbinding en buiten de neutrale zone.

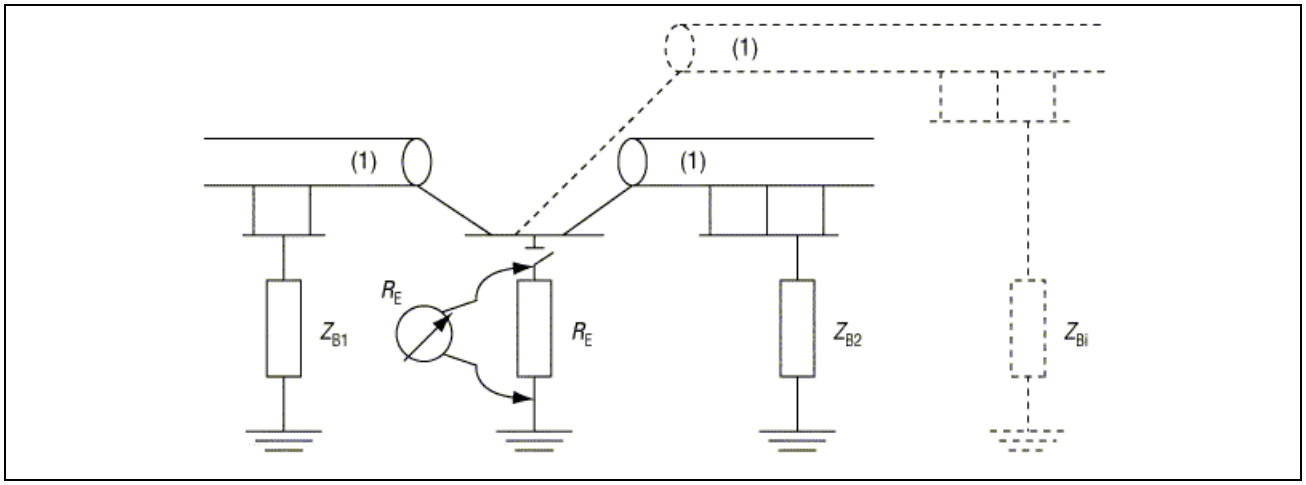
Figuur 2.6. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen



E: aardverbinding
S_1, S_2, S_3: bijkomende aardverbindingen die toelaten de potentiaalverschillen te beperken (b.v. aardverbindingen in lus verbonden met de aardverbinding E)
U_E : aardpotentiaalstijging
U_S : stapspanning
U_T : contactspanning
U_φ: aardbodemspanning
(1) referentieaarde (op voldoende afstand)
(2) verandering van aardbodemspanning en van spanningen zonder potentiaalvereffening
(3) verandering van aardbodemspanning en van spanningen met potentiaalvereffening via S_1, S_2 en S_3...
(4) kabel met een continu geïsoleerde mantel, die metalen manteldelen of een beschermingsgeleider bevat. Deze laatsten zijn verbonden met een aardverbinding die gelegen is in de spreidingszone van de HS-aardverbinding en zijn al dan niet geaard aan het andere uiteinde.

Aardingsweerstand R_E (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

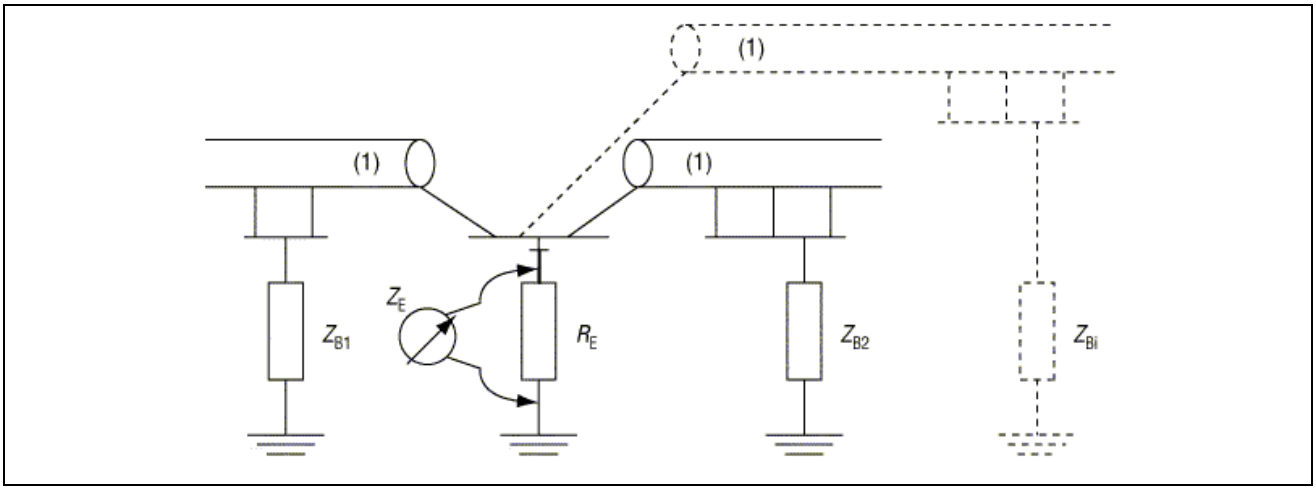
Figuur 2.7. Aardingsweerstand R_E



(1) HS-kabel

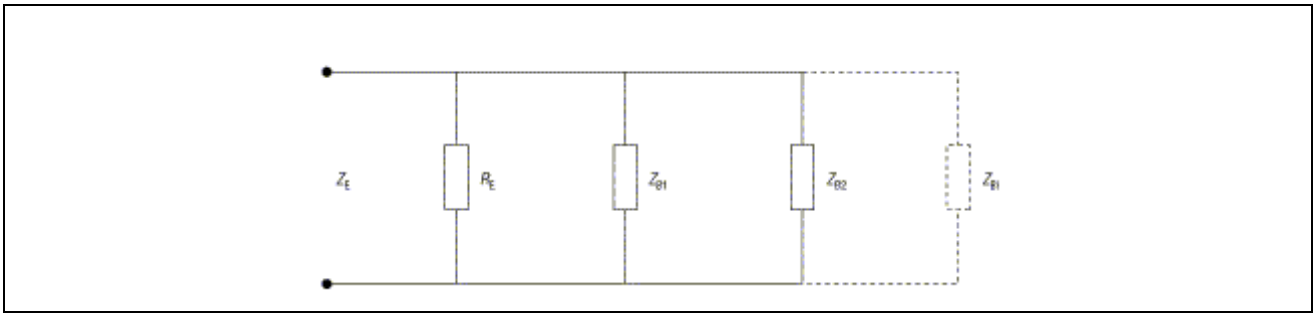
Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Figuur 2.8. Aardingsimpedantie Z_E



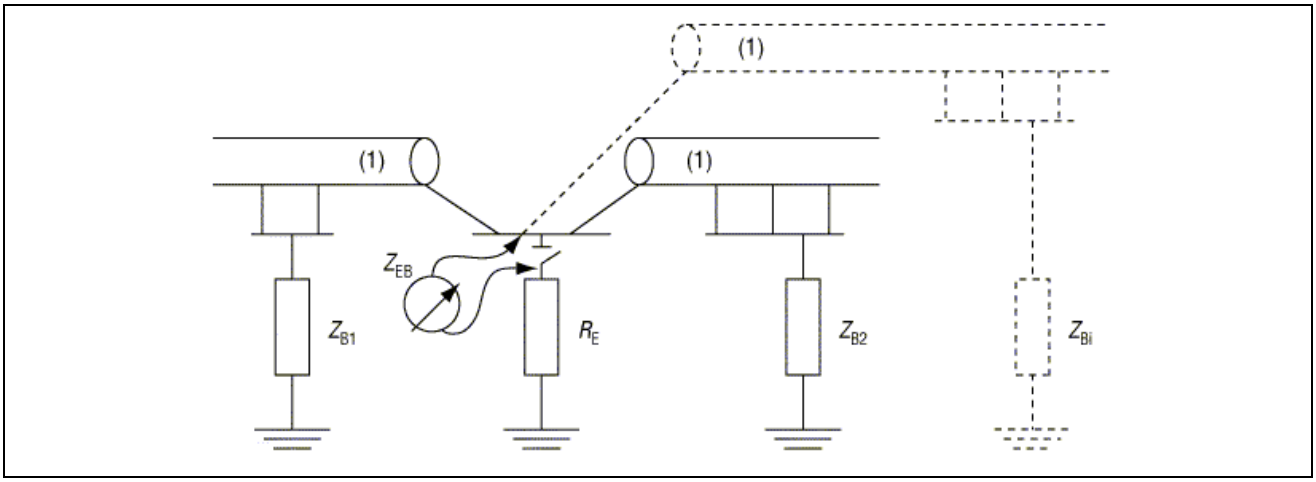
(1) HS-kabel

Figuur 2.9. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E



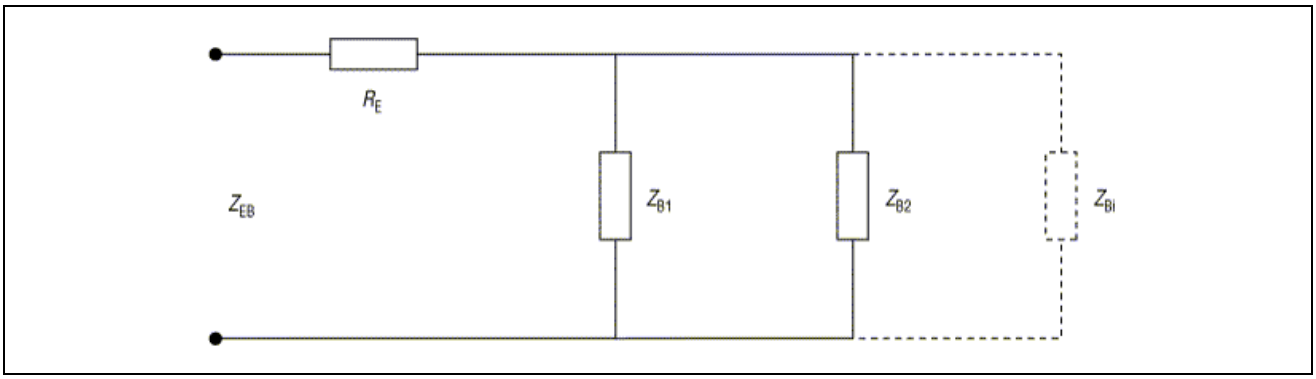
Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Figuur 2.10. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



(1) HS-kabel

Figuur 2.11. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen

Elementaire stroombaan: deel van een elektrische installatie tussen twee opeenvolgende beschermingsinrichtingen tegen overstroom (hoofdstroombaan) of deel na de laatste beschermingsinrichting (eindstroombaan).

Stroombaan: geheel dat bestaat uit een of meerdere elementaire stroombanen.

Veiligheidsstroombaan: stroombaan die de veiligheidsbron met de veiligheidsverbruiker(s) verbindt.

Kritische stroombaan: stroombaan die de normale bron en/of de vervangingsbron met de kritische verbruiker(s) verbindt.

Afdeling 2.6.2. Stromen

Periodische stroom: stroom met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselstroom: periodische stroom waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke stroom die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkstroom: stroom met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische stroom die niet van teken verandert tijdens de periode.

Nominale stroom: conventionele waarde van de stroom die de werkingsvoorwaarden van de beschermingsinrichting bepaalt. De instelstroom moet aanzien worden als de nominale stroom voor de regelbare beschermingstoestellen (I_n).

Toelaatbare stroom in een geleider: de constante stroom die onder de gegeven omstandigheden door een geleider kan vloeien zonder dat de permanente regimetemperatuur van de geleider hoger wordt dan de opgegeven waarde (I_Z).

Bedrijfsstroom van een stroombaan: de stroomsterkte waarmee rekening moet worden gehouden bij het vastleggen van de vereiste kenmerken voor de bestanddelen van de stroombaan (I_B).In doorlopend bedrijf komt de bedrijfsstroom overeen met de grootste stroomsterkte die in normale omstandigheden in de stroombaan vloeit. In onderbroken bedrijf moet men de thermisch gelijkwaardige stroom in rekening brengen die bij doorlopend bedrijf de samenstellende delen van de stroombaan op dezelfde temperatuur zou brengen.

Overstroom: bij een elektrische machine of toestel, iedere stroomsterkte die groter is dan de nominale stroom; bij een geleider, iedere stroomsterkte die groter is dan de toelaatbare stroom I_Z.

Kortsluiting: rechtstreekse fout of fout met een te verwaarlozen impedantie.

Kortsluitstroom: overstroom die ontstaat door een kortsluiting.

Overbelastingsstroom: overstroom in een foutloze elektrische stroombaan.

Residuele differentieelstroom: algebraïsche som van de ogenblikkelijke waarden van de stromen doorheen alle actieve geleiders van een stroombaan in een punt van de elektrische installatie.

Werkelijke kortsluitstroom: waarde van de berekende of gemeten kortsluitstroom, rekening houdend met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting en met alle impedanties in de stroombaan die stroomopwaarts van de fout gelegen zijn.

Afdeling 2.6.3. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen

Onderbrekingsvermogen: waarde van de stroom die het beschermingstoestel kan onderbreken op een welbepaalde spanning en onder voorgeschreven gebruiks- en werkingsvoorwaarden.

Aanspreek-joule-integraal: met betrekking tot een stroombaan beschermd door een smeltveiligheid of een automatische schakelaar moet de Joule-integraal over de aanspreektijd van de smeltveiligheid of van de automatische schakelaar beschouwd worden als een soortelijke energie, dit wil zeggen de energie die in warmte wordt omgezet in een gedeelte van een stroombaan met een weerstand van 1 Ω.

Joule-integraal eigen aan een zekering: grafiek die de waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (voor de boog of bij aanspreekwaarde) in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Snijpuntstroom: grootste waarde van de overstroom waarbij in een serieschakeling van een beschermingsinrichting en een automatische schakelaar, deze beschermingsinrichting niet aanspreekt, doordat de automatische schakelaar de stroombaan eerder afschakelt.

Hoofdstuk 2.7. Leidingen

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen

Elektrische geleider (in dit Boek *geleider* genoemd): een blank of geïsoleerd lichaam bestemd om een elektrische stroom te voeren.

Elektrische leiding: samenstel van één of meerdere elektrische geïsoleerde geleiders, kabels, draden of railstellen en de elementen die zijn bestemd voor de bevestiging ervan en, zo nodig, hun mechanische bescherming.

Geïsoleerde geleider: het geheel van de kern, zijn isolerende bekleding en zijn eventuele schermen.

Joule-integraal eigen aan een geïsoleerde geleider bij kortsluiting: waarde van de Joule-integraal overeenstemmend met de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van de geleider vanaf zijn regimetemperatuur op te voeren tot de toegelaten grenstemperatuur door adiabatische verwarming als gevolg van een kortsluiting. Deze waarde hangt af van de overeenstemmende waarden voor de beschermingsinrichting tegen kortsluiting (smeltveiligheden, automatische schakelaars) en verandert in functie van de aard van het metaal en de isolatie.

Kabel: samenstel van een of meer geïsoleerde geleiders, hun eventuele individuele mantel, de bescherming van de samenstelling en de beschermende laag of lagen. Additionele ongeïsoleerde geleiders kunnen in de kabel zijn omvat.

Eenaderige kabel: kabel met één enkele geïsoleerde geleider.

Mantel (van een kabel): doorlopende en eenvormige externe bekleding uit metalen of niet-metalen materiaal, meestal geëxtrudeerd.

Verbinding: algemene term die elke elektrische verbinding aanduidt die bestemd is om de elektrische continuïteit te verzekeren tussen twee of meerdere geleidende systemen (geleiders, geleidende delen, toestellen, uitrustingsmaterieel).

Koppeling: verbinding van twee uiteinden van geleiders.

Aftakking: verbinding van één of meerdere elektrische leidingen (elektrische aftakkingsleidingen genoemd) met een punt van een andere elektrische leiding (elektrische hoofdleiding genoemd).

Pantsering van een kabel: een gedeelte van de bekleding, bestaande uit metalen banden of draden, bedoeld om de kabel te beschermen tegen uitwendige mechanische inwerking.

Scherm: geleidende mantel die een of meer geïsoleerde geleiders omhult. Deze geleidende mantel moet een lineair geleidingsvermogen hebben dat bepaald wordt door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm.

Kabelsleuf: in een terrein gemaakte uitgraving om kabels in te leggen waarna de uitgraving gedempt wordt.

Telecommunicatielijn of -kabel: onder telecommunicatielijnen of -kabels wordt verstaan lijnen of kabels die uitsluitend dienen voor telefoon-, telegraaf-, telesignalisatie-, afstandsbedienings- en teledistributieverbindingen (met inbegrip van de voeding der versterkers) en in het algemeen voor de overdracht van gegevens of informaties, alsook voor elk telecommunicatiesysteem van welke aard ook.

Luchtlijn: het geheel van een installatie bestemd voor transmissie van elektrische energie en bestaande uit steunen, energiegeleiders die eventueel aan isolatoren zijn bevestigd en eventueel aardgeleiders of waakdraden.

Driestel: geheel van de drie fasegeleiders van een driefasige luchtlijn; een luchtlijn kan een of meerdere driestellen omvatten.

Steun: paal uit hout, beton of profielijzer, buisvormige metalen mast, vakwerkmast in hoekijzers of buizen, draagijzers en verder elk element dat de geleiders draagt, eventueel door middel van isolatoren.

Isolator: onderdeel dat dient om de geleiders te dragen en om ze onderling en ten opzichte van de aarde elektrisch te isoleren.

Ankersteun: steun die in staat is de kabels in een spanwijdte vast te houden, ook bij toevallige breuk van alle kabels in de naastliggende spanwijdte.

Eindsteun: steun die in staat is de laatste draagwijdte van een lijn te ondersteunen (t.t.z. zonder de aangrenzende spanwijdte).

Tuikabel: mechanisch element dat door zijn samenstelling enkel op tractie kan belast worden en dat de steun verbindt met een vast punt, zoals bijvoorbeeld een nabijgelegen constructie of een zwaar verankeringsmassief, teneinde de stabiliteit van de steun te verhogen.

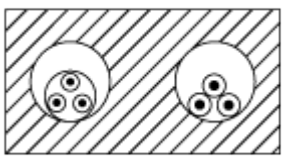
Kabel of geïsoleerde geleider afzonderlijk geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die op een afstand groter dan of gelijk aan 20 mm van elke andere kabel of geïsoleerde geleider is geïnstalleerd.

Kabel of geïsoleerde geleider in bundel of in laag geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die niet afzonderlijk is geïnstalleerd.

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen

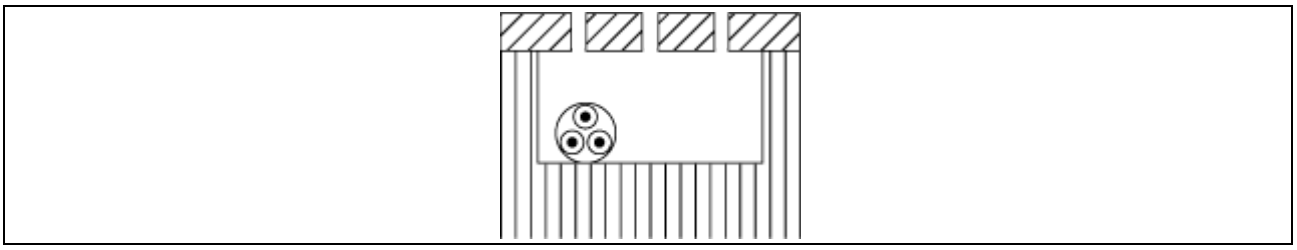
Holle blok: plaatsingsmateriaal bestaande uit delen in vast materiaal (zoals beton) waarin holten vrijgelaten blijven voor de doorgang van kabels.

Figuur 2.12. Plaatsingswijze «holle blok»



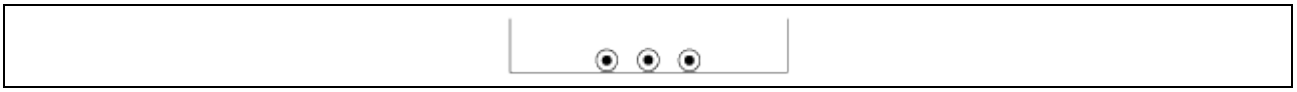
Kabelkanaal: gracht of kanaal gelegen onder het peil van de grond of de vloer en waarvan de afmetingen niet toelaten erin te bewegen. Wanneer hij gesloten kan worden moeten de kabels bereikbaar zijn over hun totale lengte.

Figuur 2.13. Plaatsingswijze «kabelkanaal»



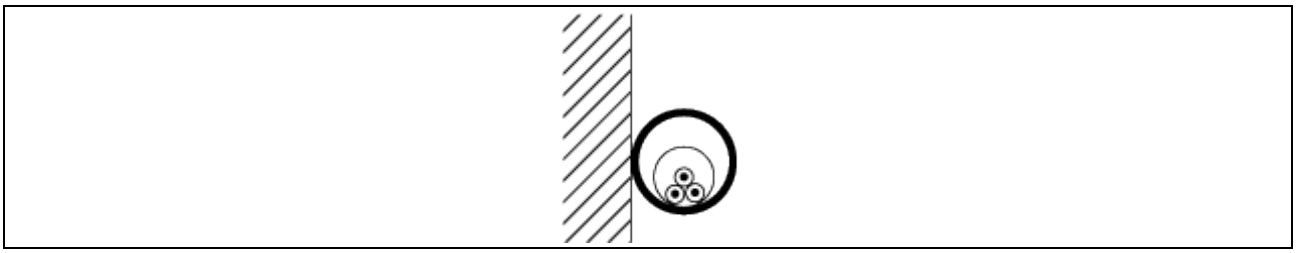
Kabelrek: plaatsingsmateriaal in volle of geperforeerde profielelementen, om de kabels op hun weg te ondersteunen.

Figuur 2.14. Plaatsingswijze «kabelrek»



Buis: plaatsingsmateriaal dat een doorlopende bescherming voor de geleiders toelaat in niet-opengaande buisvormige elementen.

Figuur 2.15. Plaatsingswijze «buis»



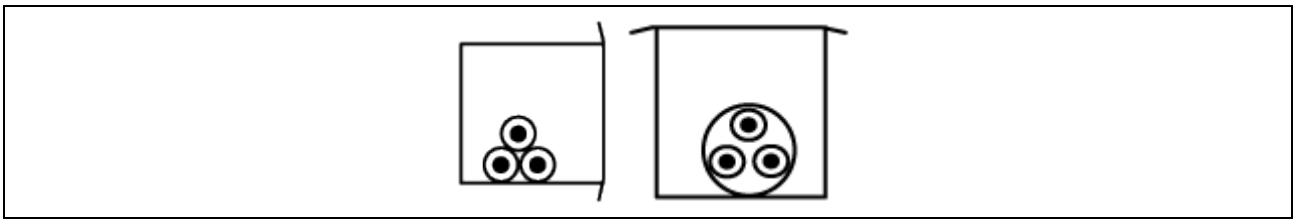
Overtrek (of huls): deel rond een elektrische leiding, dat een bijkomende bescherming geeft aan de elektrische leiding voor de doorgang van wanden (muurschot, vloer, plafond) of van ondergrondse stukken.

Koker: ruimte boven grondniveau met afmetingen die niet toelaten zich erin te bewegen en die zodanig is uitgevoerd dat de kabels bereikbaar zijn over heel hun lengte. Een koker kan al dan niet deel uitmaken van het bouwwerk zelf.

Galerij: ruimte waarvan de afmetingen zodanig zijn dat personen zich erin kunnen bewegen.

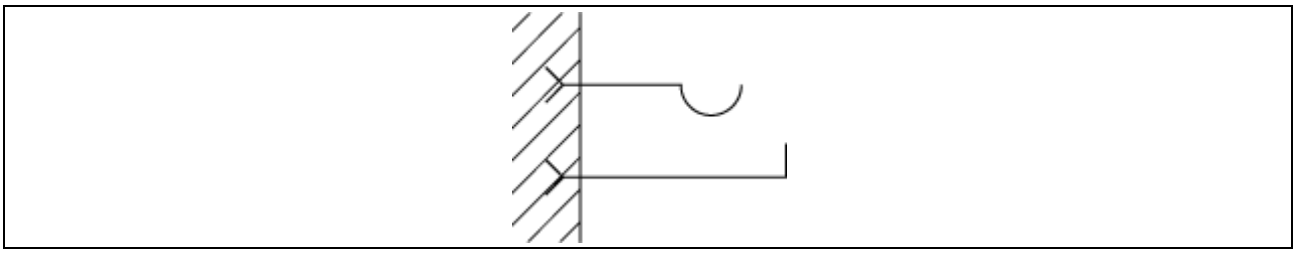
Kabelbaan: plaatsingsmateriaal met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, voorzien om geleiders of kabels te bevatten, en gesloten met behulp van een afneembaar deksel.

Figuur 2.16. Plaatsingswijze «kabelbaan»



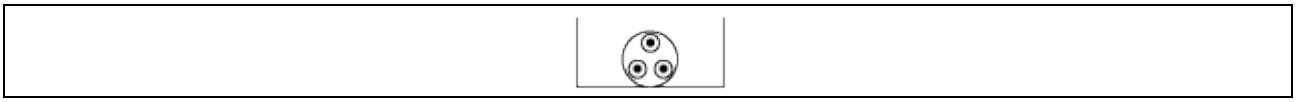
Haak: in een wand aan één van zijn uiteinden vastgezet stuk, dat op onderbroken wijze de kabel draagt.

Figuur 2.17. Plaatsingswijze «haak»



Goot: plaatsingsmateriaal, met volle of geprofileerde wanden, geopend aan de bovenzijde om de kabels over horizontale trajecten te dragen.

Figuur 2.18. Plaatsingswijze «goot»

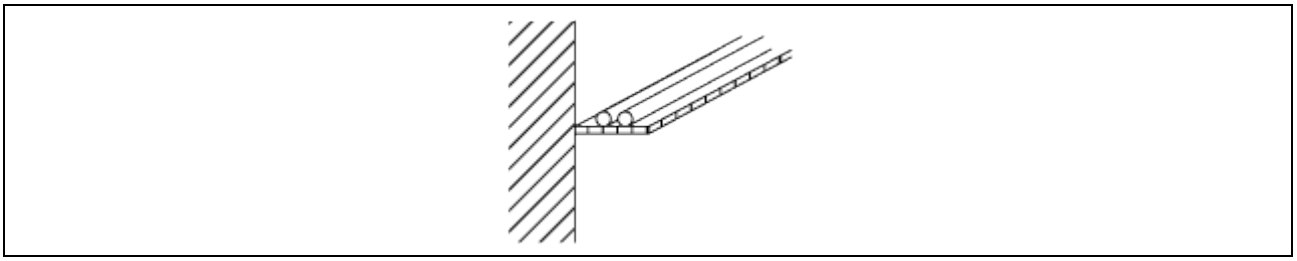


Gleuf: lange smalle inkerving aangebracht in een materiaal en bereikbaar over haar totale lengte.

Groef: lange smalle opening aangebracht in een bouwmateriaal, teneinde er buizen of bepaalde typen van elektrische leidingen in te plaatsen en die na het plaatsen weer afgedicht wordt.

Kraagstuk: in een verticale wand aangebrachte doorlopende horizontale steun, waarop de kabels gelegd worden.

Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kraagstuk»



Holle constructieruimte: ruimte tussen de wanden van gebouwen en slechts op bepaalde plaatsen toegankelijk (tussen muren, achter normale lijsten, tussen wanden, vloeren en plafonds).

Aan de wand bevestigde elektrische leiding: aan een wand of er vlak naast geplaatste elektrische leiding, waarbij de wand dienst doet als bevestigingsmiddel en eventueel een bescherming vormt.

Hoofdstuk 2.8. Materieel

Elektrische machine of elektrisch toestel: apparaat dat dient voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie.

Elektrisch materieel: de elektrische machines, toestellen en leidingen.
Een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen conform de normen voor apparatuur onder omhulsel, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het Bureau voor Normalisatie (NBN) wordt eveneens als elektrisch materieel aanzien.

Verplaatsbaar toestel of machine: toestel of machine dat verplaatst wordt tijdens zijn werking, of dat, wanneer het verbonden is met een voedingsstroombaan, gemakkelijk kan verplaatst worden, hetzij door eigen middelen, hetzij door de gebruiker en dit dan ongeacht of het onder spanning staat of niet.

Trolley: een hulpmiddel dat de elektrische voeding van een verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine via sleepcontacten mogelijk maakt.

Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing

Omnipolaire onderbreking: onderbreking van alle actieve geleiders van een stroombaan.

Veiligheidsonderbreking: maatregelen tot scheiding bij niet-automatische sturing, die worden aangewend om het gevaar voor personen die werken aan elektrisch gevoede machines of toestellen te vermijden of uit te schakelen.

Scheider: systeem bestemd om een ganse installatie of een gedeelte ervan spanningsloos te stellen door de installatie te scheiden van iedere elektrische energiebron. Op deze wijze wordt de veiligheid van personen verzekerd die werken aan of in de nabijheid van delen die een gevaar betekenen bij rechtstreekse aanraking.

Scheiding voor mechanisch onderhoud: systeem bestemd om de voeding van gedeelten van het elektrisch gevoed materieel te onderbreken. Dit wordt verwezenlijkt om ongevallen te voorkomen die weliswaar niet te wijten zijn aan elektrische schokken of boogontladingen maar die bij het niet-elektrisch onderhoud zouden kunnen voorkomen.

Elektrische noodafschakeling: systeem bestemd om zo spoedig mogelijk de gevaren uit te schakelen die onvoorzien kunnen optreden. Wanneer deze maatregel wordt getroffen om een gevaarlijke beweging te stoppen wordt deze *noodstop* genoemd.

Functionele bediening: systeem bestemd om het sluiten, openen of regelen van de elektrische voeding te verzekeren. Dit kan geschieden voor een gedeelte van de elektrische installatie, een elektrisch gebruikstoestel of een elektrische machine teneinde op deze wijze de bediening voor normale werking te verwezenlijken.

Handbediening: sturing van een werkingsgang door rechtstreekse menselijke tussenkomst.

Automatische sturing: sturing van een werkingsgang verwezenlijkt zonder menselijke tussenkomst op het ogenblik dat vooraf bepaalde voorwaarden vervuld zijn.

Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden

Afdeling 2.10.1. Algemeenheden

De classificatie van uitwendige invloeden vormt een zo volledig mogelijke inventaris van alle uitwendige omstandigheden die een invloed kunnen hebben op de elektrische installatievoorschriften.

Om de classificatie van de verschillende parameters te vergemakkelijken, werd een alfanumerieke code opgesteld.

De verschillende parameters van uitwendige invloeden zijn volgens hun rol ingedeeld in 3 grote categorieën:
- de omgevingsomstandigheden die onafhankelijk zijn van de aard van de installaties en van de ruimten en betrekking hebben op uitwendige verschijnselen afkomstig van de atmosfeer, het klimaat, de omgevingstoestand en andere omstandigheden in de ruimte waar de elektrische installatie zich bevindt;
- de gebruiksomstandigheden van de betrokken ruimten en van de elektrische installaties zelf;
- de gevolgen van de bouwwijze van de gebouwen, hun structuur en de aard van de gebruikte materialen.

Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden

Eerste letter van de code	*Categorie*
A	Omgevingsomstandigheden
B	Gebruik
C	Constructie van de gebouwen

Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA)

Om de uitwendige invloed *"omgevingstemperatuur"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 6, zoals aangeduid in *tabel 2.6*.

Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA1	Uiterst koud	-60 °C tot +5 °C	Diepvriesruimten …
AA2	Zeer koud	-40 °C tot +5 °C	Koelruimten …
AA3	Koud	-25 °C tot +5 °C	Openlucht omgeving …
AA4	Gematigd	-5 °C tot +40 °C	Gematigde omgeving …
AA5	Warm	+5 °C tot +40 °C	Ingesloten lokalen …

AA6	Zeer warm	+5 °C tot +60 °C	Ketelhuizen, machinezalen …

Onder bijzondere voorwaarden mag een andere code gebruikt worden, zie *tabel 2.7*.

Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA7	Koud	-15 °C tot +25 °C	Buiten de lokalen …
AA8	Gematigd	+5 °C tot +30 °C	Gewoonlijk verwarmde lokalen …

Een lokaal of een plaats kan gekarakteriseerd worden door samenstelling van 2 of 3 temperatuurklassen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor installaties in openlucht: AA3+5 (-25 °C tot +40 °C) en voor gieterijen: AA4+6 (-5 °C tot +60 °C).

Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van water*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AD* gevolgd door een cijfer van 1 tot 8, zoals aangegeven in *tabel 2.8*.

Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AD1	Te verwaarlozen aanwezigheid van water	Over het algemeen geen sporen van vochtigheid	Droge ruimten, bv. woonkamers, kamers, burelen ...
AD2	Tijdelijk vochtig	Verticaal vallende waterdruppels. Toevallige vorm van condensatie van vocht of toevallige aanwezigheid van waterdamp	Tijdelijk vochtige ruimten, bv. bepaalde keukens, kelders, overdekte terrassen, wc's, individuele garages ...
AD3	Vochtig	Vloeien van water langs wanden of over vloeren. Besprenkeling met water. Water in de vorm van regen (max. 60° t.o.v. de verticale)	Vochtige ruimten, bv. vuilnislokalen, bijstations van stoom of warm water ...
AD4	Nat	Vloeien en spatten van water in alle richtingen	Natte ruimten, bv. werven, sauna's, koelkamers ...
AD5	Besproeid	Waterstralen onder druk en in alle richtingen	Blootgestelde ruimten bv. stortbaden, stallen, slagerijen ...
AD6	Inwerking van watermassa's	Wassen met waterstraal en watermassa's	Pieren, kaaien, stranden …
AD7	Overstroomd	Diepte van het water $\leq$ 1 m.	Ondiepe baden, bijvoorbeeld deze van fonteinen …
AD8	Ondergedompeld	Diepte van het water > 1 m.	Diepe baden …

Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van vreemde vaste lichamen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AE* gevolgd door een cijfer van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.9*.

Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*
AE1	Grote afmetingen
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm
AE3	Kleinste afmeting 1 mm
AE4	Stofdeeltjes

Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AF* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.10*.

Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF)

Code	*Corrosieve en vervuilende stoffen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AF1	Verwaarloosbaar	Geen enkele invloed van corrosieve of vervuilende stoffen zowel door hun aard als door hun eigenschappen	Huishoudelijke lokalen, voor publiek toegankelijke lokalen, en in het algemeen alle lokalen waarin chemische of corrosieve stoffen noch bewerkt noch opgeslagen worden …
AF2	Van atmosferische oorsprong	Nabijheid van de zee of van bedrijven die belangrijke hoeveelheden vervuilende stoffen voortbrengen	Gebouwen in de nabijheid van scheikundige bedrijven, cementfabrieken ...
AF3	Afwisselend of toevallig	Kortstondige of toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik	Fabriekslaboratoria, onderwijslaboratoria, garages, ketelhuizen ...
AF4	Bestendig	Bestendige inwerking van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten	Scheikundige industrieën, industrieën waarin gebruik gemaakt wordt van scheikundige of corrosieve producten (verven, verchromen, koolwaterstoffen, kunststoffen...) …

Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG)

Om de uitwendige invloed *"mechanische belastingen veroorzaakt door schokken"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AG* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3 overeenkomstig hetgeen volgt:

- *AG1:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 1 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-4. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor huishoudelijk en daarmee gelijkgesteld gebruik.
- *AG2:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 6 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-7. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.
- *AG3:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 60 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-11. Dergelijke belasting bestaat in zware gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.

Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Om de uitwendige invloed "*mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AH* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.11*.

Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Code	*Trillingen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AH1	Zwak	Geen enkele trilling	Huishoudelijke lokalen en, in het algemeen, vast materieel zonder motor …
AH2	Middelmatig	Zwakke trillingen	Materieel dat motoren of bewegende delen bevat …
AH3	Belangrijk	Belangrijke trillingen	Nabijheid van trilzeven of triltoestellen …

Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming en fauna"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AK* respectievelijk *AL* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.12*.

Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Code	*Flora en fauna*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming			
AK1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiksbeperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de flora of aan schimmels
AK2	Mogelijk	Speciale bescherming	Schadelijke of overmatige ontwikkeling van planten
Aanwezigheid van fauna			
AL1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiksbeperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de fauna
AL2	Mogelijk	Speciale bescherming	Aanwezigheid van insecten, dieren of vogels in schadelijke hoeveelheden of van agressieve aard

Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Om de uitwendige invloed "*elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AM* gevolgd door een cijfer van 1 tot 6, zoals aangegeven in *tabel 2.13*.

Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Code	*Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden*
AM1	Afwezigheid van schadelijke invloeden veroorzaakt door zwerfstromen, elektromagnetische stralingen, ioniserende stralingen of inductiestromen
AM2	Schadelijke aanwezigheid van zwerfstromen
AM3	Schadelijke aanwezigheid van elektromagnetische stralingen
AM4	Schadelijke aanwezigheid van ioniserende stralingen
AM5	Schadelijke elektrostatische invloeden
AM6	Schadelijke aanwezigheid van inductiestromen

Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN)

Om de uitwendige invloed "*zonnestraling*" aan te duiden, wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AN* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.14*.

Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN)

Code	*Zonnestraling*
AN1	Te verwaarlozen
AN2	Schadelijke zonnestraling door de duur of intensiteit

Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA)

Om de uitwendige invloed "*bekwaamheid van personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 5, zoals aangegeven in *tabel 2.15*.

Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA)

Code	*Bekwaamheid van personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BA1	Gewone	Niet hieronder geclassificeerde personen	Lokalen voor huishoudelijk of analoog gebruik, lokalen gewoonlijk toegankelijk voor het publiek ...
BA2	Kinderen	Kinderen die zich bevinden in de voor hen bestemde lokalen	Kinderbewaarplaatsen en kinderkribben ...
BA3	Gehandicapten	Personen die niet over al hun fysische of geestelijke vermogens beschikken	Rusthuizen voor invaliden, ouderlingen of mentaal gehandicapten ...
BA4	Gewaarschuwden	Personen die: – ofwel voldoende onderricht werden aangaande de elektrische risico's verbonden aan de hen toevertrouwde werkzaamheden; – ofwel permanent worden bewaakt door een vakbekwaam persoon (BA5) tijdens de hen toevertrouwde werkzaamheden, teneinde de aan elektriciteit verbonden risico's tot een minimum te herleiden	Uitbatings- of onderhoudspersoneel van elektrische installaties ...
BA5	Vakbekwamen	Personen die via kennis, verkregen door opleiding of ervaring, de gevaren verbonden aan de uit te voeren werkzaamheden zelf kunnen inschatten en de maatregelen kunnen bepalen om de daaruit voortvloeiende specifieke risico's te elimineren of tot een minimum te beperken	Ingenieurs en technici belast met de uitbating van elektrische installaties ...

Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Om de uitwendige invloed "*huidvochtigheid*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BB* gevolgd door een cijfer van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.16*.

Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie
BB2	Natte huid
BB3	In water ondergedompelde huid

Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Om de uitwendige invloed *"aanraking van het aardpotentiaal door personen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters BC gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.17*.

Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Aanraking van het aardpotentiaal door personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BC1	Geen	Personen die zich op niet-geleidende plaatsen of in niet-geleidende ruimten bevinden	Lokalen met geïsoleerde vloer en wanden die geen enkel geleidend deel bevatten
BC2	Zwak	Personen die in normale omstandigheden niet in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden isolerend of geïsoleerd zijn en weinig geleidende delen bevatten zoals bijvoorbeeld: kamers, woonkamers, kantoren ...
BC3	Veelvuldig	Personen die veelvuldig in aanraking komen met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden geleidend zijn en vele geleidende delen bevatten ...
BC4	Voortdurend	Personen die voortdurend in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal en voor wie de bewegingsvrijheid meestal beperkt is	Geleidende afgesloten ruimten zoals metalen vaten, stoomketels en metalen vergaarbakken ...

Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Om de uitwendige invloed "*mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BD* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.18*.

Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Code	*Ontruimings-mogelijkheden*	*Voorwaarden*		*Voorbeelden*
		Bezettingsgraad	*Ontruimings-voorwaarden*	
BD1	Normaal	Zwak	Gemakkelijk	Woonhuizen met een hoogte kleiner dan 25 m …
BD2	Lang	Zwak	Moeilijk	Gebouwen hoger dan of gelijk aan 25 m …
BD3	Overbezet	Groot	Gemakkelijk	Gebouwen, voor het publiek toegankelijk …
BD4	Lang en overbezet	Groot	Moeilijk	Gebouwen, hoger dan 25 m en voor het publiek toegankelijk …

Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Om de uitwendige invloed "*aard van de behandelde of opgeslagen goederen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BE* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.19*.

Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Code	*Aard van behandelde of opgeslagen goederen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BE1	Verwaarloosbaar risico	Afwezigheid of te verwaarlozen aanwezigheid van ontvlambare of ontplofbare stoffen of van stoffen die kunnen bezoedelen	Lokalen voor huishoudelijk gebruik…
BE2	Brandgevaar	Opslag of behandeling van brandbare materialen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt boven 55 °C	Schuren, schrijnwerkerijen, papierfabrieken, ketelhuizen, parkings, bibliotheken, archiefzalen, opslagmagazijnen ...
BE3	Ontploffingsgevaar	Opslag of behandeling van ontplofbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt kleiner dan of gelijk aan 55 °C evenals de aanwezigheid van stof dat ontplofbaar is	Raffinaderijen, koolwaterstofdepots, brandstofdepots, munitiedepots, bepaalde plastiekfabrieken …
BE4	Gevaar voor bezoedeling	Aanwezigheid van niet-beschermde voedingswaren, van farmaceutische producten, breken van lampen	Voedingsindustrieën, grote keukens, farmaceutische industrieën en laboratoria …

Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA)

Om de uitwendige invloed "*bouwmaterialen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CA* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.20*.

Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA)

Code	*Bouwmaterialen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CA1	Niet-brandbaar materiaal	-	-
CA2	Brandbaar materiaal	Gebouwen hoofdzakelijk opgetrokken uit brandbare materialen	Houten gebouwen ...

Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB)

Om de uitwendige invloed "*structuur van de gebouwen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CB* gevolgd door een cijfer, gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.21*.

Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB)

Code	*Structuur van gebouwen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CB1	Verwaarloosbare risico's	Klassieke en stabiele constructies	-
CB2	Verspreiding van het vuur	Gebouwen waarvan de vorm en de afmetingen de verspreiding van vuur kunnen bevorderen	Hoge gebouwen Gebouwen met minstens een compartiment met een oppervlakte: – hetzij groter dan 2500 m² op een niveau; – hetzij groter dan 1250 m² op twee niveaus. …
CB3	Bewegend	Risico's te wijten aan de bewegingen van de constructie	Gebouwen met grote lengte of opgetrokken op niet-gestabiliseerde terreinen zodat verplaatsingen tussen verschillende gedeelten van het gebouw of tussen de grond en het gebouw mogelijk worden …
CB4	Instabiel of buigzaam	Zwakke constructies of deze die onderworpen kunnen worden aan bewegingen of schommelingen	Tenten, valse zolderingen verplaatsbare schotten, opblaasbare constructies …

Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle

Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties

Werkzaamheden: elke vorm van werkzaamheden die met een elektriciteitsgevaar gepaard gaan. Dit kunnen zowel elektrische en niet-elektrische werkzaamheden als exploitatiewerkzaamheden zijn.

Elektrische werkzaamheden: werkzaamheden aan, met of in de omgeving van een elektrische installatie (zoals proefnemingen, metingen, herstellingen, schoonmaken van elektrische delen, vervangingen, wijzigingen, uitbreidingen en onderhoud...) en die rechtstreeks betrekking hebben op de elektrische installatie.

Niet-elektrische werkzaamheden: werkzaamheden in de omgeving van een elektrische installatie (zoals grond-, bouw-, snoei-, reinigings-, schilderwerkzaamheden...) en die geen rechtstreekse betrekking hebben op de elektrische installatie.

Exploitatiewerkzaamheden: bedienings-, besturings- en controlewerkzaamheden aan de elektrische installaties.

Bedienings- en besturingswerkzaamheden: bediening en besturing hebben als doel de elektrische toestand van een elektrische installatie te wijzigen, om een uitrusting te gebruiken, om uitrustingen aan te sluiten, af te koppelen, in werking te stellen of stil te leggen. Hierbij behoren eveneens het afschakelen en opnieuw inschakelen van installaties ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden.

Controlewerkzaamheden: de controles kunnen bestaan uit:
- visuele controles;
- beproevingen;
- metingen.

Controles hebben tot doel de configuratie, de staat van onderhoud of de conformiteit van een elektrische installatie na te gaan.

De beproevingen omvatten alle activiteiten die bedoeld zijn om de werking of de elektrische, mechanische of thermische toestand van een elektrische installatie te verifiëren. De beproevingen omvatten verder ook de activiteiten die bestemd zijn om, bijvoorbeeld, de doelmatigheid van de elektrische beveiligingen en de veiligheidskringen te beproeven.

Metingen omvatten alle activiteiten bestemd om fysische grootheden te meten in een elektrische installatie.

Werkzaamheden onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in aanraking komt met blanke delen onder spanning of in de zone onder spanning binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen of uitrustingen.

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in de nabijheidszone binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen en uitrustingen, zonder evenwel in de zone onder spanning binnen te dringen.

Werkzaamheden buiten spanning: werkzaamheden op elektrische installaties die noch onder spanning, noch elektrisch geladen zijn en die uitgevoerd worden nadat alle maatregelen ter voorkoming van elektriciteitsrisico genomen zijn.

Werkverantwoordelijke: persoon aangeduid om de leiding van de werkzaamheden op zich te nemen.

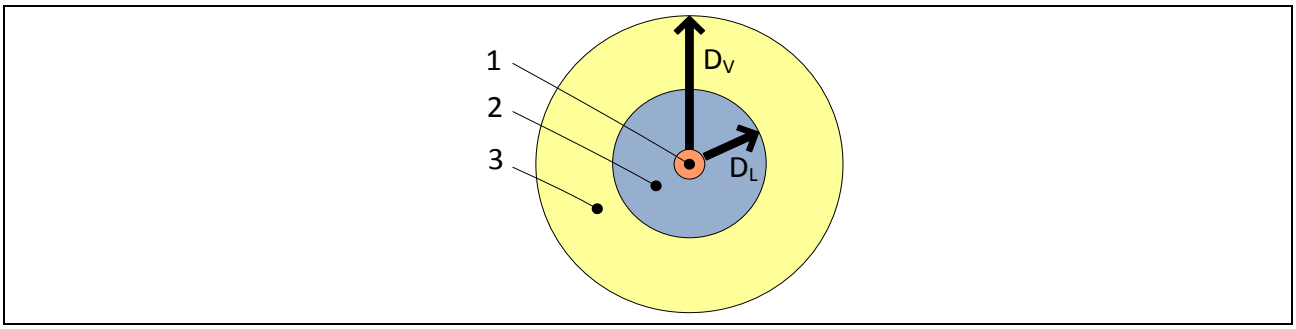
Installatieverantwoordelijke: persoon aangeduid om de verantwoordelijkheid voor de exploitatie van de elektrische installatie op zich te nemen. Indien nodig kan die verantwoordelijkheid gedeeltelijk op andere personen worden overgedragen.

Werkzone: ruimte waarbinnen de werkzaamheden uitgevoerd worden.

Nabijheidszone: een begrensde ruimte rondom de zone onder spanning zoals bepaald in de drie onderstaande afbeeldingen en in onderstaande tabel.

Zone onder spanning: een begrensde ruimte rondom de blanke actieve delen onder spanning zoals bepaald in de *figuren 2.20.* t.e.m. *2.22.* en in *tabel 2.22.*

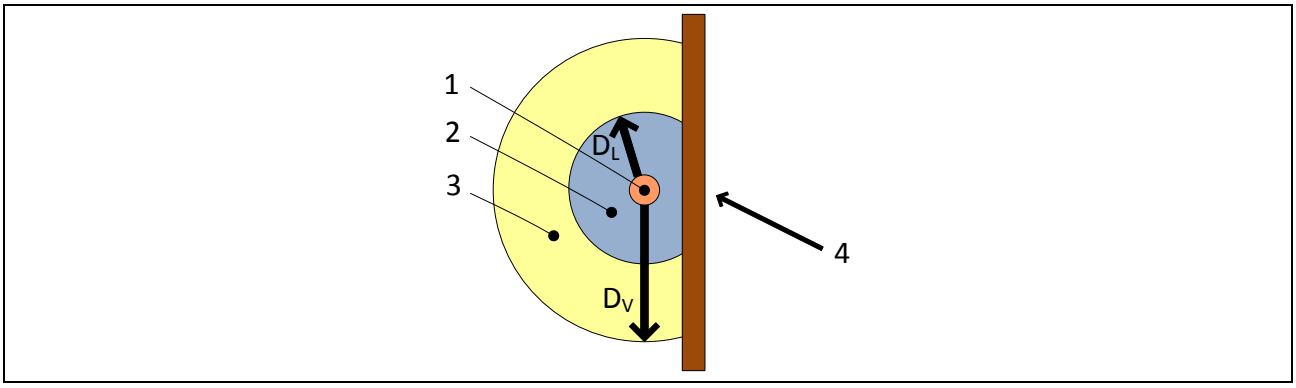
Figuur 2.20. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

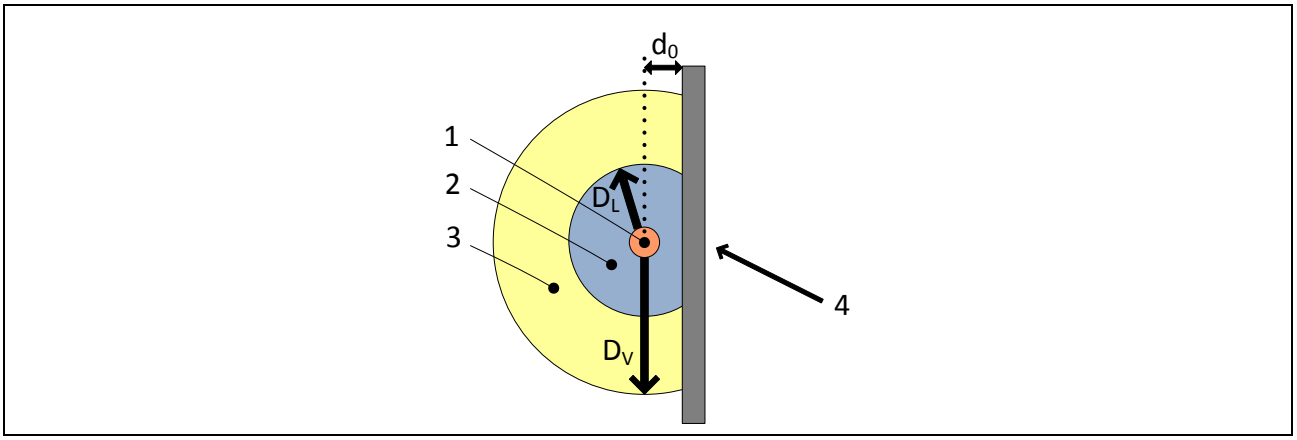
Figuur 2.21. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de isolerende beschermingrichting dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Figuur 2.22. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de geaarde metalen beschermingrichting, die integraal deel uitmaakt van de elektrische installatie, dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

d_0: minimumafstand volgens *onderafdeling 5.1.3.2.*
D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V

Nominale netspanning U_N [kV] (effectieve waarde)	**Afstand D_L die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft [mm]**	**Afstand D_V die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft [mm]**
≤1	geen aanraking	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3100
150	1200	3200
220	1600	3600
275	1900	3900
380	2500	4500
480	3200	6200
700	5300	8300

Opmerking 1: de tussenwaarden van D_L en D_V kunnen door lineaire interpolatie worden berekend.

Opmerking 2: voor gelijkspanningsinstallaties wordt aanbevolen om dezelfde afstanden te gebruiken onder verwijzing naar de nominale spanningswaarden van het net.

Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties

Erkend organisme: keuringsinstelling belast met de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en met de controlebezoeken van de elektrische installaties.

Agent-bezoeker: de persoon, beschikkend over een bevoegdheidsverklaring van een erkend organisme, die de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of de controlebezoeken uitvoert.

Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname: gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.4*.

Controlebezoek: controle van de elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.5*.

Routinebezoek: bezoek van de elektrische installaties op hoogspanning voorzien in *afdeling 9.1.2*.

Ingebruikname: de eerste terbeschikkingstelling van een elektrische installatie voor bedrijfsdoeleinden.

Belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging of uitbreiding van een elektrische installatie die een bijkomende impact (nog niet afgedekt door een gelijkvormigheidscontrole) op de veiligheid van personen of goederen heeft.

Voorbeelden van belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging van het aardverbindingssysteem, overschrijding van het toegelaten kortsluitvermogen voor het geïnstalleerd materieel, niet-identieke vervanging van een schakel- en verdeelinrichting, …

Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

Schema: grafische voorstelling die met behulp van lijnen en symbolen overzichtelijk weergeeft op welke wijze de verschillende delen van een installatie en onderdelen daarvan met elkaar samenhangen.

Plan: grafische voorstelling die op schaal de geografische plaats van de verschillende delen van een installatie en onderdelen daarvan weergeeft.

Functioneel schema of blokschema: schema dat de globale werking van de installatie of van onderdelen daarvan weergeeft evenals hun functionele verbondenheid.

Stroombaanschema: ééndraads- of meerdraadsschema dat de elementaire stroombanen, hun onderlinge verbindingen en het elektrisch materieel weergeeft die samen de elektrische installatie of een installatieonderdeel vormen en dat de samenstelling en de kenmerken ervan geeft.

Uitvoeringsschema: schema dat de montage en de aansluiting van de verschillende installatieonderdelen weergeeft.

Situatieplan: plan dat de plaats aangeeft van de verschillende installatieonderdelen.

Situatieplan van de aardverbindingen: plan dat de plaats aangeeft van de aardverbindingen.

Samenstellingsplan van een uitrusting: plan dat de plaats aangeeft van de verschillende samenstellende delen binnen een uitrusting (elektrische machines, cellen, …).

Document van de uitwendige invloeden: document dat de uitwendige invloeden aangeeft die in de verschillende ruimten in beschouwing te nemen te zijn.

Zoneringsplan: plan dat de ruimten aangeeft waar een ontploffingsgevaar kan bestaan. Deze ruimten zijn in overeenstemming met de voorschriften van dit Boek ingedeeld in verschillende zones.

Zoneringsverslag: document dat de gegevens vermeldt waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Evacuatieplan: plan dat de indeling en de bestemming van de ruimten, de situering van de compartimentsgrenzen, de ligging van de ruimten met een verhoogd brandgevaar, de ligging van de uitgangen, nooduitgangen en verzamelplaatsen na evacuatie en het tracé van de evacuatiewegen aangeeft.

Lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten: lijst die de ruimten aangeeft waarvan hun evacuatie door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden.

Plan van de veiligheidsinstallaties: plan dat de lokalen en de compartimenten toont en weergeeft:
- de plaats van de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de plaats van de veiligheidsstroombanen;
- de plaats van de veiligheidsverbruikers;

- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de veiligheidsstroombanen per compartiment.

Plan van de kritische installaties: plan dat de lokalen toont en weergeeft:
- de plaats van de kritische stroombanen;
- de plaats van de kritische verbruikers;

en als bijzondere maatregelen van toepassing zijn in geval van het uitvallen van de normale bron en/of brand:
- de plaats van de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de kritische stroombanen per compartiment.

De kritische installaties mogen op het plan van de veiligheidsinstallaties weergegeven worden op voorwaarde dat de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties aangeduid zijn op dit plan zodat iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties: lijst die aangeeft:
- de type van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker en/of elke kritische verbruiker (indien van toepassing voor de kritische verbruikers);
- de genomen maatregelen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Plan van de ondergrondse leidingen (kabelplan): plan dat de plaats aangeeft van de ondergrondse elektrische leidingen.

Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties

HOOFDSTUK 3.1. ALGEMEENHEDEN 37
Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken 37
Afdeling 3.1.2. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 37
Onderafdeling 3.1.2.1. Algemene voorschriften 37
Onderafdeling 3.1.2.2. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de stroombaanschema's 37
Onderafdeling 3.1.2.3. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de situatieplannen 38
Onderafdeling 3.1.2.4. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de zoneringsplannen en de zoneringsverslagen 38
Afdeling 3.1.3. Markeringen en aanduiding 38
Onderafdeling 3.1.3.1. Markering van stroombanen 38
Onderafdeling 3.1.3.2. Markering van elektrisch materieel 39
Onderafdeling 3.1.3.3. Spanningsaanduiding 39
HOOFDSTUK 3.2. VOEDING EN STRUCTUREN 39
Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen 39
Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen 39
Afdeling 3.2.3. Voeding 39
Afdeling 3.2.4. Indeling van de installaties 39
Onderafdeling 3.2.4.1. Doel 39
Onderafdeling 3.2.4.2. Afwezigheid van elektrische scheiding 39
HOOFDSTUK 3.3. COMPATIBILITEIT 40
Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties 40
Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie 40
Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke 40
HOOFDSTUK 3.4. VEILIGHEIDSINSTALLATIES 40
HOOFDSTUK 3.5. KRITISCHE INSTALLATIES 41

Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden

Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken

De bepaling van de volgende installatiekenmerken worden vastgesteld aan de hand van de vermelde hoofdstukken:
- het doel waarvoor de installatie is ontworpen, de algemene indeling en de voedingsbronnen (zie *hoofdstuk 3.2.*);
- de uitwendige invloeden waaraan de installatie wordt blootgesteld (zie *hoofdstuk 2.10.*);
- de compatibiliteit van elektrisch materieel van de installatie (zie *hoofdstuk 3.3.*);

Met deze kenmerken moet rekening worden gehouden bij het kiezen van beschermingsmaatregelen (zie *deel 4.*), bij de keuze en installatie van het elektrisch materieel (zie *deel 5.*) en de naleving van de bijzondere regels (zie *deel 7.*).

Het isolatieniveau van een elektrische installatie op hoogspanning moet zo zijn dat zij zonder schade de voorziene elektrische invloeden kan verdragen onder de normale werkingsvoorwaarden.

Afdeling 3.1.2. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

De schema's, plannen en documenten bevatten op ondubbelzinnige wijze het nummer, de versie en de datum van de versie.

Onderafdeling 3.1.2.1. Algemene voorschriften

a. Schema's, plannen en documenten

Iedere elektrische installatie maakt het voorwerp uit van een of meerdere:

- stroombaanschema's;
- situatieplannen;
- situatieplannen van de aardverbindingen;
- documenten met de uitwendige invloeden.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's, plannen en documenten aangevuld met een:

- zoneringsplan;
- zoneringsverslag;
- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet hij bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Indien noodzakelijk voor het begrip, de correcte installatie en de veilige uitbating, zijn deze schema's, plannen en documenten aangevuld met:

- functionele schema's;
- uitvoeringsschema's;
- samenstellingsplannen van de uitrustingen.

b. Bijlagen bij schema's, plannen en documenten

De schema's, plannen en documenten kunnen worden aangevuld met documenten die op een meer gedetailleerde wijze de verschillende kenmerken van het elektrisch materieel en/of de producten bevatten.

c. Beschikbaarheid van schema's, plannen, documenten en hun bijlagen

De schema's, plannen, documenten en hun bijlagen beoogd in de *punten a. en b.* hierboven zijn geactualiseerd en zijn ter plaatse ter beschikking gehouden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht, controle, onderhoud, herstelling of omvorming van de installatie.

Onderafdeling 3.1.2.2. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de stroombaanschema's

De stroombaanschema's en/of hun bijlagen bevatten ten minste:

- de nominale spanningen en de aard van de stromen;
- het aardverbindingssysteem;
- de te verwachten maximale kortsluitstromen;
- de aard, de samenstelling en de kenmerken van de stroombanen;
- de stroombanen;
- de kenmerken van de bronnen (alternatoren, transformatoren, omvormers, …), onder meer:
  - het schijnbaar vermogen;
  - de nominale spanningen;
  - de nominale stromen;
  - de impedanties (indien beschikbaar).
- de kenmerken van de elektrische leidingen met inbegrip van de beschermingsgeleiders, onder meer:
  - de plaatsingswijze;
  - de aard, het aantal en de doorsnede van de geleiders;
  - de lengte van de elektrische leidingen.
- de kenmerken van de beschermingsinrichtingen, onder meer:
  - de toegekende stroomsterkte;
  - het onderbrekingsvermogen;
  - de aard en de onderbrekingskenmerken, de instellingen inbegrepen.
- de kenmerken van de schakeltoestellen, scheidingstoestellen en contactoren, onder meer:
  - de toegekende stroomsterkte;
  - indien noodzakelijk, de gebruikscategorie.

De veiligheidsinstallaties en de kritische installaties (voedingen, stroombanen en verbruikers) worden op een duidelijke wijze op de stroombaanschema's weergegeven.

Onderafdeling 3.1.2.3. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de situatieplannen

De situatieplannen duiden de plaats aan van:

- de schakel- en verdeelinrichtingen;
- de elektrische machines en toestellen.

De elektrische machines en toestellen moeten niet op het plan worden aangebracht indien het traject van hun elektrische leidingen en het begin en einde ervan duidelijk of gemakkelijk geïdentificeerd zijn.

Onderafdeling 3.1.2.4. Bijzondere voorschriften betreffende de inhoud van de zoneringsplannen en de zoneringsverslagen

De zoneringsplannen en de zoneringsplannen bevatten onder meer:

- de fysicochemische kenmerken van de producten noodzakelijk voor de klassering in zones en voor de materieelkeuze zoals bepaald in *hoofdstuk 7.1.*;
- de emissiebronnen;
- het ventilatietype;
- de aanduiding en afbakening van de zones;
- de categorie van het toegelaten materieel;
- de gasgroep van het toegelaten materieel (enkel indien van toepassing);
- de temperatuursklasse of de maximum toelaatbare oppervlaktetemperatuur van het toegelaten materieel.

Afdeling 3.1.3. Markeringen en aanduiding

Onderafdeling 3.1.3.1. Markering van stroombanen

De bedienings-, de beschermings- en de scheidingsinrichtingen van de stroombanen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten derwijze worden uitgevoerd dat hun latere identificatie mogelijk is bij toezicht, controles, onderhoud, herstellingen, wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

De stroombanen die stroomopwaarts van de algemene schakelaar van de schakel- en verdeelinrichting aangesloten zijn moeten als dusdanig gemarkeerd zijn.

Teneinde de identificatie van de elektrische leidingen toe te laten moet, indien dit noodzakelijk is, gebruik worden gemaakt van markeringen die op regelmatige afstanden worden herhaald.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Onderafdeling 3.1.3.2. Markering van elektrisch materieel

De schakel- en verdeelinrichtingen en de elektrische machines en toestellen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Onderafdeling 3.1.3.3. Spanningsaanduiding

In de ruimten van de elektrische dienst moeten de toegekende spanningen van de schakel- en verdeelinrichtingen en de elektrische machines en toestellen duidelijk worden aangeduid op oordeelkundig gekozen plaatsen.

De voedingsspanning is duidelijk aangeduid op oordeelkundig gekozen plaatsen.

Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren

Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen

De bepaling van het voedingsvermogen is essentieel voor een economisch en betrouwbaar ontwerp van een installatie, rekening houdend met beperkingen door de temperatuur en spanningsval.

Bij het vaststellen van het voedingsvermogen van een installatie of deel daarvan mag rekening worden gehouden met de gelijktijdigheidsfactor en de gebruiksfactor van de belastingen

Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de definities van aardverbindingssystemen voor hoogspanningsinstallaties bepalen.

Afdeling 3.2.3. Voeding

Ten minste worden volgende karakteristieken van de voeding bepaald:
- de aard van de stroom en de frequentie;
- de waarde van de nominale spanning;
- de waarde van de veronderstelde kortsluitstroom aan de oorsprong van de installatie;
- de mogelijkheid om aan de noden van de installatie te voldoen (bv.: noodzakelijk vermogen, noodzaak tot noodvoeding…).

Afdeling 3.2.4. Indeling van de installaties

Onderafdeling 3.2.4.1. Doel

De elektrische installatie moet zo nodig ingedeeld worden in verscheidene stroombanen om de gevolgen van een fout te beperken, alsook om het opsporen van fouten, de controle en het onderhoud te vergemakkelijken.

Deze stroombanen moeten zodanig opgevat en verwezenlijkt worden dat zij niet ongewild door een andere stroombaan kunnen worden gevoed.

Onderafdeling 3.2.4.2. Afwezigheid van elektrische scheiding

Wanneer de stroombaan gevoed wordt door een net op hogere spanning door middel van toestellen zonder elektrische scheiding, dient de aldus gevoede stroombaan beschouwd te worden als deel uitmakend van het voedend net.

Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit

Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties

De elektrische en niet-elektrische installaties moeten derwijze opgesteld worden dat elke gevaarlijke wederzijdse invloed vermeden wordt.

Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie

Wanneer elektrische machines, toestellen en leidingen, doorlopen door stromen van verschillende aard of spanning, gegroepeerd worden op een zelfde plaats of in een zelfde geheel van toestellen, moeten alle elektrische machines, toestellen, leidingen en sturingstoestellen, behorend tot eenzelfde stroomsoort of tot eenzelfde spanning, in de mate van het mogelijke van de andere gescheiden worden. Bovendien worden ze aangeduid overeenkomstig *afdelingen 3.1.3.* en *5.1.6.*

Aangepaste schikkingen volgens de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden opdat de werking en de bediening van het elektrisch materieel geen schadelijke invloed zou kunnen hebben op andere elektrische machines, toestellen of leidingen of op de voedingsbron.

Deze invloeden betreffen in het bijzonder:
- voorbijgaande overspanningen;
- aanloopstromen;
- harmonische stromen;
- gelijkspanningscomponenten;
- hoogfrequentoscillaties;
- lekstromen;
- stroomlevering aan het voedingsnet door bepaalde machines of toestellen van de installatie.

Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke

Elke installatie voor telecommunicatie, besturing, signalisatie en dergelijke moet van de nodige inrichtingen voorzien worden om de beveiliging te waarborgen tegen wederzijdse beïnvloeding tussen deze installaties en andere elektrische installaties, met het oog op de bescherming tegen elektrische schokken, brand en thermische effecten, alsook met het oog op een bevredigende werking (verenigbaarheid), bijvoorbeeld:
- een voldoende scheiding tussen de telecommunicatiekabels en andere leidingen;
- systemen van gemeenschappelijke of gescheiden aarding, naargelang de functionele behoeften;
- keuze en uitvoering van de bedrading en van het vast telecommunicatiematerieel.

De vermelding van bevredigende werking (verenigbaarheid) beoogt voorzorgsmaatregelen die moeten genomen worden tegen wederzijdse interferentie verschillend van radio-elektrische storingen, tussen telecommunicatie-installaties en andere installaties.

De keuze en realisatie van telecommunicatiematerieel wordt enkel beschouwd met het oog op hun veiligheid en hun verenigbaarheid met betrekking tot andere elektrische installaties.

De elektrische veiligheidsmaatregelen en de werkingswaarborgen zijn van toepassing zoals ze worden bepaald hetzij in de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of geregistreerde door het NBN norm hetzij in beschikkingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties

De veiligheidsinstallaties en hun tijd van functiebehoud worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties

De kritische installaties en hun tijd van functiebehoud (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3*. parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Deel 4. Beschermingsmaatregelen

HOOFDSTUK 4.1. INLEIDING 45

HOOFDSTUK 4.2. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 45

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden 45

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom 45

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden 45

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking ... 45

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingsmiddelen 45

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten 49

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst 49

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen 51

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 52

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 52

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie 53

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 53

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding 55

Onderafdeling 4.2.3.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 56

Afdeling 4.2.4. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding 56

Onderafdeling 4.2.4.1. Algemeenheden 56

Onderafdeling 4.2.4.2. Te treffen maatregelen 56

HOOFDSTUK 4.3. BESCHERMING TEGEN THERMISCHE INVLOEDEN 57

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden 57

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe 57

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen 58

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden 58

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden 58

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel 58

Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel 59

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand 59

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden 59

Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities 59

Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte 60

Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels 60

Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand 62

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar 63

Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand 64

Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 66

HOOFDSTUK 4.4. ELEKTRISCHE BESCHERMING TEGEN OVERSTROOM 66

Afdeling 4.4.1. Algemeenheden 66

Onderafdeling 4.4.1.1. Principe 66

Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen 66

Onderafdeling 4.4.1.3. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen 66

Onderafdeling 4.4.1.4. Aansluitingen voor netgebruikers 66

Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting 67

Onderafdeling 4.4.2.1. Principe 67

Onderafdeling 4.4.2.2. Onderbrekingsvermogen 67

Onderafdeling 4.4.2.3. Kortsluitvermogen 67
Onderafdeling 4.4.2.4. Kortsluitstroom 67
Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen overbelasting 67
Onderafdeling 4.4.3.1. Principe 67
Onderafdeling 4.4.3.2. Uitzonderingen 67
HOOFDSTUK 4.5. BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING 67
HOOFDSTUK 4.6. BESCHERMING TEGEN BEPAALDE ANDERE UITWERKINGEN 67
Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen 67
Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden 68
Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's 68
Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen 68

Hoofdstuk 4.1. Inleiding

Maatregelen ter bescherming van personen en goederen moeten genomen worden op volgende gebieden:
- bescherming tegen elektrische schokken (*hoofdstuk 4.2.*);
- bescherming tegen thermische effecten (*hoofdstuk 4.3.*);
- bescherming tegen overstromen (*hoofdstuk 4.4.*);
- bescherming tegen overspanningen (*hoofdstuk 4.5.*);
- bescherming tegen spanningsdalingen (*afdeling 4.6.1.*);
- bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden (*afdeling 4.6.2.*);
- bescherming tegen besmettingsrisico's (*afdeling 4.6.3.*);
- bescherming tegen risico's te wijten aan ongewilde bewegingen en ontijdig aanzetten (*afdeling 4.6.4.*).

Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom

Een gevaarlijke schokstroom kan het menselijk lichaam doorlopen indien aan volgende voorwaarden voldaan is:
1. het menselijk lichaam dient als geleidend deel in een gesloten stroombaan;
2. de actieve delen van elektrisch materieel, de massa's of de vreemde geleidende delen bevinden zich op verschillende potentialen;
3. de waarde van de stroom is voldoende groot of de duur van de stroomdoorgang in het menselijk lichaam is voldoende lang in functie van de waarde van de stroom om gevaarlijke fysiopathologische gevolgen te hebben.

De beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken trachten ten minste één van deze drie omstandigheden te verhinderen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve maatregelen, naargelang deze al dan niet het onderbreken van de stroom tot gevolg hebben.

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden

Alle spanningsgebieden zijn toegelaten voor de voeding van elektrisch materieel in gewone ruimten en in ruimten van de elektrische dienst.

Nochtans, in wooneenheden, is de voeding op hoogspanning verboden.

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingsmiddelen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking bij hoogspanning moet verwezenlijkt worden hetzij bij de constructie zelf van het elektrisch materieel hetzij bij zijn installatie.

De aanraking van niet-beschermde actieve delen van het elektrisch materieel moet onmogelijk gemaakt of bemoeilijkt worden:
- hetzij door middel van omhulsels;
- hetzij door isolatie;
- hetzij door verwijdering;
- hetzij door middel van hindernissen.

b. Bescherming door middel van omhulsels

De bescherming, door middel van omhulsels, tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat elke aanraking met deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen, aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal blootgesteld zijn;
2. de omhulsels zijn vervaardigd uit metaal of een isolerende stof. In dit laatste geval worden, indien nodig, maatregelen genomen tegen de schadelijke gevolgen van lekstromen en elektrostatische ladingen;
3. het openen of het wegnemen van de omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk indien ten minste aan een van de volgende voorwaarden is voldaan:
   - de omhulsels mogen niet kunnen geopend of weggenomen worden zonder de hulp van gereedschap of van een sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen worden aangeraakt bij afwezigheid van deze bescherming, niet spanningsloos gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van de omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder punt *1.* genoemde voorwaarden, en die zo zijn aangebracht dat de niet-beschermde actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels open of weggenomen zijn. Het of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

c. Bescherming door isolatie

De bescherming, door isolatie, tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de actieve delen bedekt zijn met een isolerend materiaal dat blijvend wordt bevestigd of op haar plaats gehouden en die elke aanraking van deze actieve delen belet. Deze isolatie mag slechts kunnen worden weggenomen door vernietiging.

d. Bescherming door verwijdering

De bescherming, door verwijdering, tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen:
- hetzij wanneer de niet-beschermde actieve delen buiten het genaakbaarheidsgabarit zijn geplaatst of geïnstalleerd;
- hetzij wanneer er binnen het genaakbaarheidsgabarit geen gelijktijdig genaakbare delen en stukken zijn die zich op potentialen bevinden waarvan het verschil groter is dan de absolute conventionele grensspanningen (zie definitie in afdeling *2.4.1.*).

De afstand d_1 (zie afdeling *2.4.1.*) van het genaakbaarheidsgabarit moet in alle omstandigheden behouden blijven tussen het oppervlak waarop personen zich bevinden, zich verplaatsen of werken en de actieve delen met inbegrip van de isolatoren. In exclusieve ruimten van de elektrische dienst bedraagt de afstand tussen het isolerend gedeelte van de isolator en het verplaatsingsoppervlak minimum 2,5 m.

Indien het verplaatsings- of werkoppervlak niet in horizontale zin begrensd is door zijn eigen schikking, is het dit ten minste door een niet-buigzaam materieel element dat in staat is de toevallige doorgang van een persoon te verhinderen en waarvan het bovenste deel zich bevindt op een hoogte begrepen tussen 1 m en 1,2 m van de grond.

e. Bescherming door middel van hindernissen

e.1. Algemeenheden

Deze beschermingswijze kan toegepast worden bij hoogspanningstoestellen die zich niet in geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen bevinden.

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zo omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze hindernissen moeten uit metaal zijn en/of uit een isolerende stof. Ze moeten aan dezelfde voorwaarden voldoen als deze, bepaald in *punt b.* voor de omhulsels.

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

Bovendien wordt de afstand die de hindernissen van de niet-beschermde actieve delen moet scheiden gegeven in onderafdeling *5.1.3.2.*

Deze afstand mag nochtans met 20 % verminderd worden indien:
- de installatie aangesloten is op een hoogspanningsnet waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 50 kV en waarvan het nulpunt rechtstreeks en blijvend geaard is;
- de installatie aangesloten is op een ondergronds kabelnet waarvan de nominale spanning tussen fasen groter is dan 50 kV.

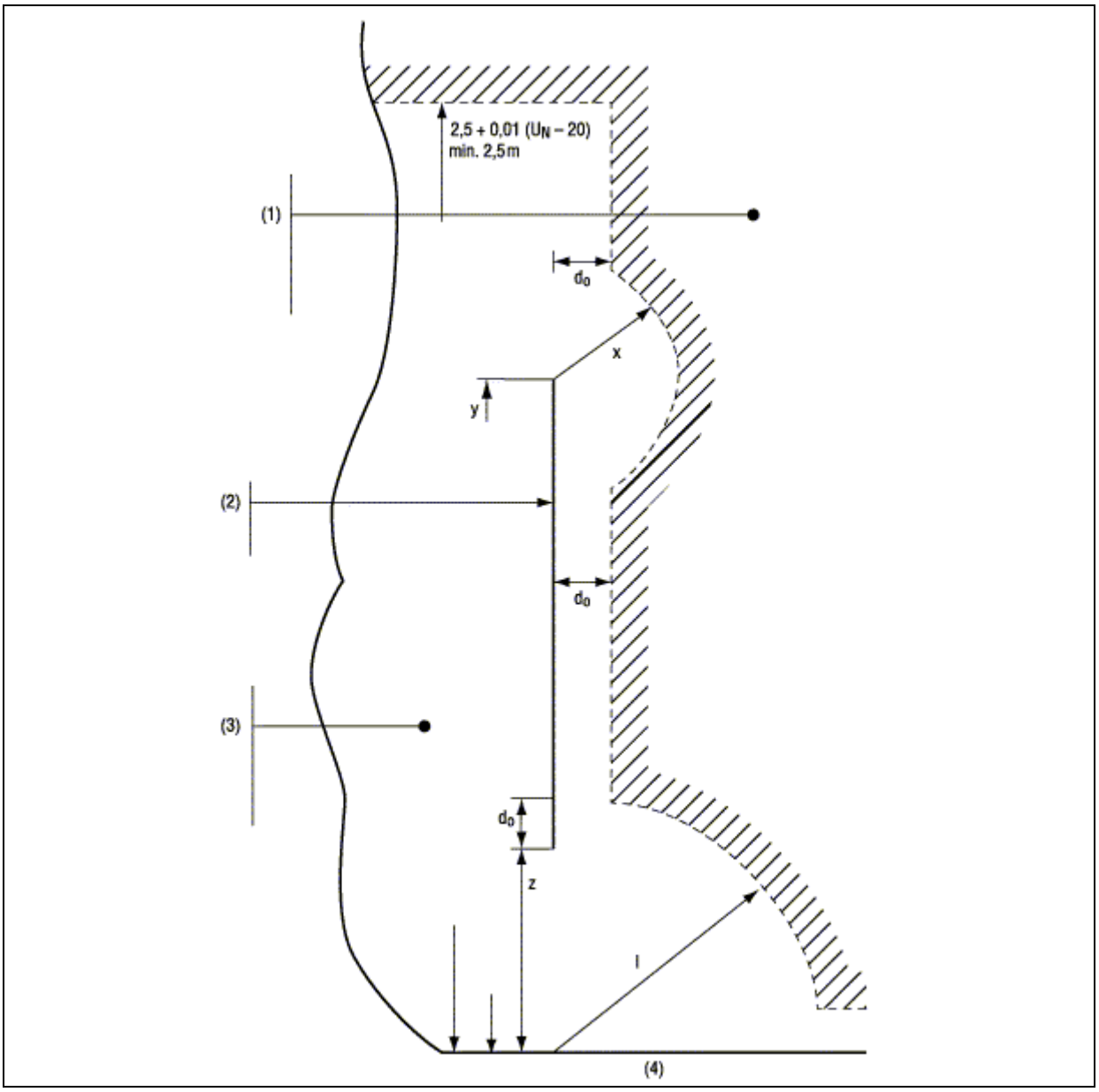
e.2. In de exclusieve ruimten van de elektrische dienst

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt in de exclusieve ruimten van de elektrische dienst bepaald bij *punt c.1.* van onderafdeling *4.2.2.3.* bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zo zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen, rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De hindernissen worden bepaald door de hoogte waarop hun boven- en onderranden zich bevinden; deze hoogten worden gemeten vanaf de vloer en respectievelijk y en z genoemd zoals vermeld in *figuur 4.1.*

Figuur 4.1. Minimale afstanden voor de bescherming door middel van hindernissen



(1) Toegelaten zone voor niet-beschermde actieve delen
(2) Hindernis
(3) Onderhouds- of dienstplaatsen
(4) Vloer
NB: Afstanden uitgedrukt in m en U_N in kV

De schikking van de hindernissen ten opzichte van de vloer en de niet beschermde actieve delen moet, zoals beschreven in bovenstaande figuur, zo zijn dat:

1. de hoogte y van hun bovenrand ten minste gelijk is aan 1,75 m; de hoogte z van hun onderrand ten hoogste gelijk is aan 0,50 m; nochtans mogen de afstanden y en z herleid worden tot respectievelijk 1,50 en 0,75 m indien die vereist wordt door noodzakelijkheden van functionele aard;
2. in de ruimten gelegen in de nabijheid en boven de bovenrand van de hindernis, de niet-beschermde actieve delen verwijderd zijn van deze bovenrand:
   a) met ten minste de afstand d_0 ten opzichte van het vlak van de hindernis gegeven door één van de volgende formules:
      d_0 = 0,05 + 0,00675 (U_N – 1) indien de beschermingsgraad van de hindernis ten minste IP2X is;
      d_0 = 0,10 + 0,00675 (U_N – 1) indien de beschermingsgraad van de hindernis IP1X is;
   in deze formules is d_0 gegeven in meter en U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid;

b) met ten minste de afstand x ten opzichte van de bovenrand van de hindernis, gegeven door de formule

$x = 2 + 0{,}01\ (U_N - 20) - y$

In deze formule zijn x en y gegeven in meter, U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid en y de hoogte van de bovenrand van de hindernis ten opzichte van de vloer;

3. in de ruimte nabij en onder de onderrand van de hindernis, de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen en de snijlijn van het vlak van de hindernis en de vloer ten minste gelijk is aan de afstand *l* in meter, gegeven door de formule

$l = z + d_0$

waarbij de waarden z en d_0 hierboven werden bepaald;

4. in de ruimte achter de hindernis is de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen tot de hindernis gelijk aan d_0.

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten

a. Keuze van beschermingswijzen

Voor de hoogspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:

- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*);
- hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*);

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D.

De beschermingsgraden waarvan hierboven sprake zijn niet vereist voor de functionele openingen (bijvoorbeeld de verluchtingsopeningen of deze die nodig zijn voor de werking van het materieel) op voorwaarde dat constructiemaatregelen worden getroffen opdat een willekeurig lang voorwerp niet in aanraking kan komen met de niet-beschermde actieve delen.

b. Ondernemingen die werknemers tewerkstellen die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk

Snoeren voorzien van een bescherming door isolatie mogen gebruikt worden voor de voeding van elektrische hoogspanningsmachines en -toestellen op voorwaarde dat maatregelen getroffen worden om het gevaar van elektrostatische ladingen te vermijden.

c. Voor het publiek toegankelijke gewone ruimten

In de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten moeten de genaakbare delen van omhulsels en hindernissen zo opgevat zijn dat zij niet langs buiten kunnen worden gedemonteerd. De deur of deuren die ze bevatten moeten gesloten zijn door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt.

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst

a. Voorschriften betreffende ruimten van de elektrische dienst

a.1. Scheidingswanden en omheiningen

De hindernissen, hierna omheining/50 mm of omheining/120 mm genoemd, verlenen geen doorgang respectievelijk aan een lange rechte staaf van 50 mm of 120 mm diameter.

De ruimte van de elektrische dienst moet begrensd worden door scheidingswanden of omheiningen/50 mm. De omheiningen/120 mm zijn alleen toegelaten indien de ruimte van de elektrische dienst zich in openlucht bevindt.

De scheidingswanden en omheiningen mogen niet gemakkelijk kunnen worden beklommen en moeten een minimumhoogte hebben van 2 meter.

a.2. Functionele openingen

In de voormelde scheidingswanden of omheiningen mogen zich functionele openingen bevinden.

In verband met de functionele openingen moeten gepaste maatregelen worden genomen tot behoud van de beschermingsgraad die de scheidingswanden of omheiningen hebben ten opzichte van het binnendringen van vreemde voorwerpen.

Voor de spleten, ontstaan door deze openingen moeten maatregelen genomen worden opdat een of ander lang voorwerp niet in aanraking zou kunnen komen met niet-beschermde actieve delen.

Vensters zijn verboden tenzij schikkingen worden getroffen hetzij om glasbraak te voorkomen hetzij om het gevaar als gevolg van glasbreuk uit te schakelen. Zij zijn vast of zo opgevat dat bij openen elk aanrakingsgevaar met niet-beschermde actieve delen onmogelijk is.

De toegangsdeuren in de scheidingswanden moeten naar buiten opendraaien. Zij moeten te allen tijde langs binnen zonder sleutel kunnen worden geopend.

a.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, van personen die zich buiten de ruimte van de elektrische dienst bevinden

a.3.1. Maatregelen inzake de genaakbaarheid langs boven over de scheidingswanden en de omheiningen heen

Geen enkel niet-beschermd actief deel in de niet-overdekte ruimte van de elektrische dienst mag zich op een afstand van de bovenrand van de scheidingswanden of omheiningen bevinden die kleiner is dan

$$2{,}5\ \text{m} + 0{,}01\ (U_N - 20) - h$$

met een minimum van 2,5 m – h met h de hoogte van deze wanden of omheiningen in m.

U_N is de nominale spanning tussen fasen van het net van de installatie , uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

a.3.2. Maatregelen aangaande het indringen van lange voorwerpen door de openingen in de omheining

Geen enkel niet-beschermd actief deel mag zich op een afstand, kleiner dan d_h bevinden van het vlak van de omheining, waarbij d_h gelijk is aan:

- 2,5 m + 0,01 (U_N – 20), met een minimum van 2,5 m in het geval van omheiningen/50 mm;
- 5 m + 0,01 (U_N - 20), met een minimum van 5 m in het geval van omheiningen/120 mm.

a.3.3. Maatregelen betreffende de voor het publiek genaakbare deuren en toegangshekken

Wanneer een ruimte van de elektrische dienst onmiddellijk naast een gewone ruimte gelegen is die toegankelijk is voor het publiek moeten de deuren of de toegangshekken die deze twee ruimten scheiden hetzij bewaakt worden hetzij worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt.

a.4. Aanduiding

De ruimten van de elektrische dienst moeten duidelijk en zichtbaar aangeduid worden door middel van borden zoals bepaald in *deel 9*.

a.5. Toegelaten personen

Alleen gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen hebben toegang tot een ruimte van de elektrische dienst.

a.6. Doorgangen

Circulatiedoorgangen zijn verboden.
De onderhouds- en dienstgangen met een lengte van meer dan 20 m moeten aan beide uiteinden toegankelijk zijn.

a.7. Verlichting

De ruimte van de elektrische dienst, ondergebracht in een lokaal, moet voorzien zijn van vaste een kunstmatige verlichting. In lokalen waar de bescherming door verwijdering toegepast is, moeten de noodzakelijke maatregelen genomen worden om personen toe te laten het lokaal veilig te verlaten bij het uitvallen van de verlichting.

b. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst

b.1. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst moet gewaarborgd worden door naleving van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2.* betreffende de gewone ruimten.

Van deze voorschriften mag evenwel worden afgeweken binnen de grenzen vermeld in het hierna volgende *punt b.2.*

b.2. Afwijkende voorschriften

Bij toepassing van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*) moet de beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

c. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in exclusieve ruimten van de elektrische dienst

c.1. Algemeenheden

In ruimten van de elektrische dienst, die uitsluitend dienen voor de uitbating van de elektrische installaties en die gesloten zijn met een sleutel of met elk ander middel dat de toegang belet voor niet-gemachtigde personen, is het toegelaten af te wijken van de voorschriften van *4.2.2.3.b.* op de wijze vermeld in onderstaand *punt c.2.*

De ruimten van de elektrische dienst waar gebruik wordt gemaakt van deze afwijking worden exclusieve ruimten van de elektrische dienst genoemd.

Zijn gelijkgesteld met exclusieve ruimten van de elektrische dienst welke ook hun plaats weze, de kasten, de borden of verdeelinrichtingen waar men kan binnentreden, dit wil zeggen omhulsels waarin het elektrisch materieel zo is ondergebracht dat de vrije ruimte in het omhulsel voldoende groot is opdat een persoon er normaal zou kunnen binnentreden en er onderhoudswerkzaamheden in zou kunnen uitvoeren.

c.2. Afwijkende voorschriften

Voor de hoogspanning is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.*) toegelaten. Is eveneens toegelaten, de bescherming door hindernissen onder de voorwaarden voorgeschreven door *4.2.2.1.e.2.*

Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.*) ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen

a. Algemeenheden

In bepaalde gevallen, uitdrukkelijk aangehaald in het vervolg van dit Boek, en meer bepaald in de volgende gevallen voor wat de voorschriften aangaande hoogspanning betreft:
- installaties met beperkt vermogen (*b.*);
- elektrische laboratoria en proefstanden (*c.*);
- elektrostatische filterinstallaties (*d.*);
- industriële elektrische ovens (*e.*);
- verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden (*f.*),

is het toegelaten geheel of gedeeltelijk af te zien van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking mits het naleven van bepaalde voorwaarden.

b. Installaties met beperkt vermogen

De actieve delen van elektrisch materieel met een beperkt vermogen mogen blank blijven onder de voorwaarden vervat hetzij in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, betreffende dit materieel. Voor bijzondere toepassingen mogen door de Minister, die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft, andere voorwaarden worden vastgesteld.

c. Elektrische laboratoria en proefstanden

Elektrische laboratoria en proefstanden zijn gesloten ruimten van de elektrische dienst.

Evenwel mogen proefstanden worden verwezenlijkt in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten mits de volgende voorwaarden worden nageleefd:
- een afbakening van 1 m hoog moet worden aangebracht;
- alleen personen die er geroepen zijn om dienstredenen mogen er toegang hebben;
- gepaste onderrichtingen moeten worden verstrekt en goed zichtbare aanduidingen moeten de aandacht van de belanghebbenden vestigen op het gevaar;
- alle delen van de ruimte die voor de proeven worden gebruikt moeten tijdens deze proeven speciaal bewaakt worden zodat men niet onachtzaam installaties of elementen kan benaderen die op een grotere spanning dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning zouden kunnen gebracht worden;
- indien de voorschriften met betrekking tot de bescherming tegen rechtstreekse aanraking niet kunnen nageleefd worden omwille van de aard zelf van de werkzaamheden, moet beroep worden gedaan op beschermingsmiddelen die de veiligheid van personen en zaken verzekeren.

d. Elektrostatische filterinstallaties

De verplaatsbare elektrostatische filterinstallaties moeten van een omhulsel voorzien zijn (*4.2.2.1.b.*). Deze toestellen moeten voorzien zijn van de opschriften betreffende het gevaar dat bestaat bij opening van het omhulsel. De omhulsels mogen slechts geopend kunnen worden door middel van gereedschap en de spanning moet automatisch onderbroken worden zodra het omhulsel geopend wordt.

Bij de vaste elektrostatische filterinstallaties mogen alle onder spanning staande delen blank blijven.

Deze installaties moeten opgesteld staan in gesloten ruimten van de elektrische dienst; indien dit niet het geval is moeten toestellen aangewend worden waarbij de bescherming tegen rechtstreekse aanraking is verzekerd door omhulsels (*4.2.2.1.b.*) of het buiten bereik stellen door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*). De hoogspanningsinstallaties moeten automatisch buiten spanning gesteld worden zodra een toegangsdeur tot het elektrisch gedeelte geopend wordt.

e. Industriële ovens

Elektrische ovens mogen opgesteld worden in gewone ruimten die niet toegankelijk zijn voor het publiek op voorwaarde dat ten minste een gedeeltelijke bescherming tegen rechtstreekse aanraking voorzien wordt:
- hetzij door buiten bereik stellen door verwijdering (*4.2.2.1.d.*);
- hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.*).

f. Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden

f.1. Beschermingsmaatregelen

Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden, mogen opgesteld worden in voor het publiek toegankelijke gewone ruimten. De samenstellende delen van deze omhulsels mogen niet langs buiten kunnen gedemonteerd worden. De deur of deuren die zij omvatten worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt.

Bovendien zijn bij het openen van de deur of deuren de te nemen voorzorgen, om de personen, die de bediening of de sturing van de toestellen uitvoeren, te beschermen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, deze bepaald in *4.2.2.3.c.* aangaande de exclusieve ruimten van de elektrische dienst.

f.2. Bediening of sturing

Indien de sturing of de bediening van de toestellen langs buiten kan geschieden mag dit slechts gebeuren door middel van een speciale afneembare sleutel of een ander speciaal afneembaar hulpmiddel.

Indien toestellen niet langs buiten kunnen bestuurd of bediend worden, mag dit alleen gebeuren door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking moet in hoogspanningsinstallaties worden verzekerd door:
1. het beperken van de kans dat een fout optreedt die het ontstaan van gevaarlijke contactspanningen tot gevolg kan hebben.

Om dit te bereiken dient men er zich van te verzekeren dat:
- het elektrisch materieel op een zodanige wijze is ontworpen, vervaardigd, gekozen en geïnstalleerd dat het veilig gebruikt kan worden;
- het elektrisch materieel gebruikt wordt in overeenstemming met zijn bestemming;
- het elektrisch materieel op een gepaste wijze wordt onderhouden;

2. het verbinden van alle massa's van de elektrische hoogspanningsinstallatie met een aardverbinding;
3. het nemen van bijkomende beschermingsmaatregelen, naargelang het geval:
   - door toepassing van passieve beschermingsmaatregelen; en/of,
   - door toepassing van actieve beschermingsmaatregelen.

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig worden toegepast, mogen ze elkaar niet teniet doen noch nadelig beïnvloeden.

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie

a. Algemeenheden

De aardingsinstallatie omvat:
- de aardverbindingen;
- de aardgeleiders;
- de beschermingsgeleiders;
- de eventuele equipotentiale verbindingen.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.4.*

b. Waarde van de aardingsweerstand

b.1. Algemeenheden

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties.

b.2. Maximale waarde

Behalve in de hieronder vermelde gevallen is de waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding kleiner dan of gelijk aan 10 Ω.

Wanneer de installatie verbonden is aan een globale aarding is deze limiet 15 Ω.

Wanneer de soortelijke weerstand van de grond groter is dan 150 Ωm, worden voorvermelde limieten bepaald door de onderstaande formule:

$$15 \frac{\rho_E \ (\Omega m)}{150 \ (\Omega m)} \ \Omega$$

met ρ_E de lokale soortelijke weerstand van de grond op 1 m diepte. Deze waarden gelden niet voor het bijzondere geval dat bepaald is in *punt b.6.1.* van *5.4.2.2.*, nochtans moet de aardingsimpedantie Z_E kleiner zijn dan 1 Ω.

b.3. Initiële waarde

De waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding wordt gemeten vóór de ingebruikname. Deze wordt de «initiële waarde van de aardingsweerstand» genoemd.

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

a. Algemeenheden

Passieve maatregelen zijn maatregelen die niet steunen op de onderbreking van de voeding en zijn beperkt tot alleenstaande elektrische machines en toestellen of lokale elektrische uitrustingen, met als doel de gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen, bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, de contactspanning een gevaarlijke waarde kan bereiken.

Deze bescherming bestaat uit het nemen van volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk, hetzij in combinatie:
1. het omhullen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
2. het isoleren van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
3. het verwijderen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de

vreemde geleidende delen;
4. het afschermen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
5. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone.

Onverminderd de hiervoor vermelde beschermingsmaatregelen moeten de massa's van het hoogspanningsmaterieel plaatselijk geaard zijn.

b. Omhulling van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De omhulling van de massa's, alsmede van de vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de omhulling van de massa's en vreemde geleidende delen derwijze is uitgevoerd dat het doorslagniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de omhulling degelijk bevestigd is en weerstaat aan de invloeden waaraan zij kan worden blootgesteld.

c. Isolatie van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's of vice-versa

De isolatie van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. het isoleren van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen of het geïsoleerd opstellen van vreemde geleidende delen, derwijze uitgevoerd is dat het isolatieniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de gebruikte isolatiemiddelen degelijk bevestigd zijn en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

d. Verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's wordt beschouwd als doeltreffend wanneer het onmogelijk is voor personen om onder normale bedrijfsomstandigheden gelijktijdig in aanraking te kunnen komen met een hoogspanningsmassa enerzijds en een massa van een installatie op een andere spanning en/of een vreemd geleidend deel anderzijds.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer de verticale en de horizontale afstand ten minste 2,5 m bedraagt.

In de ruimten van de elektrische dienst mag de horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

e. Afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's d.m.v. hindernissen

De hindernissen gebruikt als afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's worden als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de te overbruggen afstand tussen de hoogspanningsmassa's enerzijds en de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen anderzijds ten minste 2,5 m bedraagt; en
2. de hoogte van de bovenkant van de hindernis ten minste 1,25 m bedraagt.

In de ruimten van de elektriciteitsdienst mag de te overbruggen horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

De hindernissen moeten zijn opgebouwd uit niet geleidend materiaal, degelijk zijn bevestigd en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

f. Verwezenlijking van een geaarde potentiaalvereffeningszone

Alle massa's en de hiermee gelijktijdig genaakbare vreemde geleidende delen moeten galvanisch met een lokale aardingsinstallatie verbonden zijn, zodat bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, het ontstaan van potentiaalverschillen groter dan deze bepaald door de veiligheidscurve hernomen in *figuur 2.1.* (zie *afdeling 2.4.1.*), uitgesloten is. Geleidende delen die geen aanleiding kunnen geven tot een gevaarlijk potentiaalverschil moeten niet geaard worden (ingemetste metalen deur of metalen verluchtingsroosters...).

Hiertoe dienen de volgende maatregelen te worden getroffen:

1. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone d.m.v. een onder de installatie aangebracht gemaasd net.
   Dit gemaasd net waarvan de afmetingen tenminste dezelfde zijn als deze van de installatie, is gevormd door:
   - hetzij de bewapening van de funderingsplaat, op voorwaarde dat de bewapeningsmatten ten minste op twee plaatsen met de naburige matten zijn verbonden en het geheel door middel van ten minste twee eventueel loskoppelbare verbindingen met de lokale aardingsinstallatie is verbonden;
   - hetzij een metalen traliewerk waarvan de afmetingen van de mazen maximaal 10 m bedragen.
2. het beheersen van de potentiaalgradiënt aan de rand van de zone. Dit kan onder meer gebeuren door het ingraven van één of meerdere aardingslussen omheen de rand van de zone. Deze aardingslussen mogen aangevuld worden met aardingsstaven onder een hoek in de grond gedreven. Indien de beheersing van de potentiaalgradiënt niet kan gewaarborgd worden dienen bijkomende passieve maatregelen genomen te worden zoals bijvoorbeeld een niet-geleidende bodembedekking of het plaatsen van geïsoleerde omheiningen.

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding

a. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel heeft tot doel om bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, door het onderbreken van de voeding, de tijdsduur van gevaarlijke contactspanningen te beperken.

De toepassing van deze maatregel vergt:
1. het lokaal aarden van de hoogspanningsmassa's;
2. het aanwenden van stroomonderbrekingstoestellen met een werkingskarakteristiek zodanig dat er geen gevaarlijke potentiaalverschillen optreden rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met de kenmerken van het netstelsel.

Aan deze vereiste wordt geacht te zijn voldaan wanneer één van de hierna vermelde voorwaarden vervuld is:
1. voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4- of BA5-personen, de hoogspanningsmassa's zijn aangesloten op een globale aarding en de duur van de fout beperkt is tot 5 seconden; of
2. de aardpotentiaalstijging U_E (berekend of gemeten) blijft beperkt tot de toelaatbare contactspanning U_{Tp}:
   $$U_E \leq U_{Tp}$$

Wanneer de hoogspanningsmassa's zich in de onmiddellijke nabijheid (horizontale afstand < 5 m) van hun aardverbinding bevinden, mag de aardpotentiaalstijging maximaal tweemaal de toelaatbare contactspanning bedragen.

Voor de bepaling van de aardpotentiaalstijging en de contactspanning van een installatie mogen alle aardverbindingen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie in rekening worden gebracht.

De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule:
$$U_E < I_f \cdot Z_E$$

waarin:
- I_f: te verwachten foutstroom fase-aarde (A) op de plaats van de installatie;
- Z_E: aardingsimpedantie (Ω).

Bij het bepalen van de toelaatbare contactspanning mogen toegevoegde weerstanden (schoeisel of bodemoppervlak met hoge elektrische doorgangsweerstand) in aanmerking genomen worden.

In dit geval wordt de toelaatbare contactspanning gedefinieerd door de volgende formule:

$$U_{STp} < U_{Tp} + (R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_B$$

met

$$I_B = U_{Tp} / Z_B$$

waarin:
- U_{STp}: toelaatbare contactspanning (V) tussen handen en aarde rekening houdend met de weerstand van het schoeisel en de aardbodembedekking;

- Z_B: impedantie van het menselijk lichaam (Ω);
- I_B: lichaamsstroomsterkte (A);
- R_{a1}: weerstand van het schoeisel (Ω);
- R_{a2}: oppervlakteweerstand van de bodem (Ω).

b. Kenmerken van het netstelsel

Bedoelde beschermingsinrichtingen vereisen de coördinatie tussen:
1. de kenmerken van het netstelsel; en
2. de werkingskarakteristieken van de onderbrekingsinrichtingen.

De uitbater van het hoogspanningsnet bepaalt het typeschema van zijn netstelsel. Op aanvraag van de installateur verleent de uitbater van het hoogspanningsnet hem de kenmerken van het netstelsel.

Onderafdeling 4.2.3.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

Wanneer er niet aan de in *onderafdeling 4.2.3.4.* vermelde voorwaarden wordt voldaan dienen bijkomende passieve beschermingsmaatregelen te worden toegepast.

Wanneer gepaste maatregelen zijn getroffen om de beveiliging tegen de contactspanningen te verzekeren, wordt geacht dat de beveiliging tegen de stapspanningen ook is verzekerd.

Afdeling 4.2.4. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding

Onderafdeling 4.2.4.1. Algemeenheden

Maatregelen moeten genomen worden om te vermijden dat, ten gevolge van een isolatiefout in een hoogspanningsinstallatie, de potentiaalverspreiding via actieve geleiders, via de aardingsinstallatie of via aan de installatie verbonden vreemde geleidende delen, aanleiding tot gevaarlijke contactspanningen zou kunnen geven.

Zo moet de continuïteit van de vreemde geleidende delen die overgaan tussen de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding en een zone van neutrale aardbodempotentiaal onderbroken worden door een aangepast isolatiemateriaal.

Voor wat betreft de aardverbindingssystemen bij laagspanning (TN, TT, IT) die in deze afdeling worden gebruikt, zie het Boek 1.

Onderafdeling 4.2.4.2. Te treffen maatregelen

a. Algemene maatregelen

De aarding van het nulpunt van een laagspanningsinstallatie, de aan de installatie vreemde geleidende delen, de aardverbindingen van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie worden aangebracht buiten de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding.

b. Uitzonderingen op de algemene maatregelen

b.1. De massa's van de toestellen voor laagspanning en zeer lage spanning van een installatie van het TT- of IT-schema die zich in eenzelfde lokaal als de hoogspanningsinstallatie bevinden mogen worden aangesloten aan de hoogspanningsaarding op voorwaarde dat voldaan wordt aan de voorschriften van *tabel 4.1.* of dat het hoogspanningsnet deel uitmaakt van een globale aarding.

b.2. De massa's van het LS- en ZLS-materieel alsook de vreemde geleidende delen, die zich in hetzelfde gebouw als de HS-massa's bevinden mogen met de HS-aardverbinding verbonden zijn voor zover er een doeltreffende equipotentiaalverbinding verwezenlijkt is.

In het geval van een globale aarding zijn de doorsneden van equipotentiaalgeleiders ten minste gelijk aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt

groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm² wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
- 4 mm² wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b.3. Het nulpunt van een laagspanningsinstallatie mag worden aangesloten aan een aardingsinstallatie van een hoogspanningsinstallatie op voorwaarde dat:
- in een TN-laagspanningsnetschema er geen risico van gevaarlijke contactspanning kan ontstaan ten gevolge van potentiaalverspreiding via de nulgeleider en de beschermingsgeleider buiten de potentiaalvereffeningszone;
- in een TT-laagspanningsnetschema er geen risico kan ontstaan van overschrijding van de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel.

Aan deze eisen wordt verondersteld voldaan te zijn wanneer:
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de LS- en ZLS-massa's alsook de vreemde geleidende delen, die zich in eenzelfde gebouw bevinden, onderling met elkaar verbonden zijn door een doeltreffende equipoteniaalverbinding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de aardpotentiaalstijging U_E van de LS- en ZLS-massa's en vreemde geleidende delen de aangeduide waarden in *tabel 4.1* niet overtreft, waarbij de toegelaten contactspanning U_{Tp} gelijk genomen is aan de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ (zie afdeling *2.4.1.*). De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule $U_E < I_f \cdot Z_E$, wetende dat Z_E gemeten is bij het tijdelijk doorverbinden van de laag- en hoogspanningsaarding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TT-type is en het hoogspanningsnet geniet van een globale aarding.

c. Bijzondere maatregelen

Wanneer, binnen de spreidingszone van een HS-aardingsinstallatie, het niet mogelijk is gevaarlijke contactspanningen te voorkomen, ten gevolge van een potentiaalverspreiding, moeten de massa's van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie en/of de vreemd geleidende delen die zich in die spreidingszone bevinden en die galvanisch verbonden zijn met de neutrale aarde, ongenaakbaar gemaakt worden.

Deze ongenaakbaarheid kan worden verwezenlijkt door:
- hetzij een afscherming;
- hetzij een isolerende bedekking;
- hetzij de verwijdering buiten het genaakbaarheidsgabarit van de onderhouds- en de dienstplaatsen.

Tabel 4.1. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal

Netstelsel van de laagspanningsinstallatie	Foutduur	De aarding van de laag- en hoogspanningsinstallatie is gemeenschappelijk	
		Voorschriften i.v.m. de maximale aardpotentiaalstijging	
		(voor wat betreft de overgebrachte contactspanning)	(voor wat betreft de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel)
TT	$t \leq 5$ s $t > 5$ s	Niet van toepassing	$U_E \leq 1200$V $U_E \leq 250$V
TN		$U_E \leq U_{Tp}$ (1) $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$ (2)	Niet van toepassing

(1) De PE(N) geleider van de laagspanningsinstallatie is enkel geaard door een verbinding met de aardingsinstallatie van het hoogspanningsmaterieel.

(2) De PE(N) geleider van de laagspanningsinstallatie is geaard op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van fout, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe

De personen en de goederen die zich in de nabijheid van elektrisch materieel bevinden, moeten beschermd worden tegen thermische invloeden voortkomend uit de werking van dit materieel en in het bijzonder tegen de volgende uitwerkingen:
- gevaar voor brandwonden;

- brandgevaar:
  - verbranding of ontaarding van het materiaal;
  - aantasting van de veilige werking van het geïnstalleerde elektrisch materieel;
  - uitbreiding van brand door de elektrische installatie;
- ontploffingsgevaar.

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen

Materiaal: stof die gebruikt wordt in bouwelementen en in de fabricatie van elektrisch materieel.

Onbrandbaar materiaal: materiaal dat niet kan branden. In de praktijk wordt een materiaal als onbrandbaar beschouwd wanneer, tijdens een genormaliseerde test gedurende dewelke het materiaal aan een voorgeschreven verwarming wordt blootgesteld, geen enkel uitwendig verschijnsel vastgesteld wordt dat wijst op een aanzienlijke warmteontwikkeling.

Brandbaar materiaal: materiaal dat kan branden, met andere woorden dat kan reageren met zuurstof onder afgifte van warmte. Het verschijnsel gaat in het algemeen gepaard met vlamontwikkeling en/of gloeiing. In dit opzicht overtreffen de te beschouwen zuurstofconcentraties deze van de omgevingslucht niet, tenzij in uitzonderlijke gevallen.

Ontvlambaar materiaal (vlamverspreidend materiaal): materiaal dat begint te branden en blijft branden in gasvormige toestand, meestal gepaard met uitstraling van licht, terwijl het onder invloed staat of heeft gestaan van een warmtebron.

Vlamvertragend materiaal: materiaal dat eventueel na behandeling de eigenschap heeft de verspreiding van de vlam te vertragen.

Zelfdovend materiaal (niet-vlamverspreidend materiaal): materiaal dat de eigenschap heeft de verbranding uit zichzelf te beëindigen nadat de warmtebron, die zijn verbranding heeft doen ontstaan, weggenomen werd.

Onbrandbaar gemaakt materiaal: materiaal dat door behandeling de eigenschap heeft verkregen zijn geschiktheid tot verbranding te verliezen of gevoelig te verminderen.

Vlampunt: laagste temperatuur, gecorrigeerd tot een druk van 101,325 kPa, waarbij een vloeistof onder de beschreven omstandigheden zodanig verdampt, dat in het testvat een brandbaar mengsel van lucht en damp wordt gevormd.

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden

Volgende uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden bij het kiezen van elektrisch materieel en van de te nemen voorzorgsmaatregelen voor de bescherming tegen thermische effecten:
- de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE; zie *afdeling 2.10.15.*);
- bouwmaterialen (CA; zie *afdeling 2.10.16.*);
- structuren van de gebouwen (CB; zie *afdeling 2.10.17.*).

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel

De uitwendige oppervlakken van de omhulsels van elektrische machines, toestellen en leidingen, aangebracht binnen het genaakbaarheidsprofiel, mogen geen temperaturen kunnen bereiken die bij personen brandwonden kunnen veroorzaken. Zij voldoen aan de grenswaarden die in *tabel 4.2.* zijn aangeduid.

Tabel 4.2. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsprofiel

Uitwendige oppervlakken	*Maximumtemperaturen (°C)*
– van bedieningsorganen	
• *metalen*	55
• *niet-metalen*	65
– bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden maar niet om voortdurend in de hand te worden gehouden	
• *metalen*	70
• *niet-metalen*	80
– die genaakbaar zijn maar niet bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden	
• *metalen*	80
• *niet-metalen*	90

Het onderscheid tussen metalen en niet-metalen oppervlakken hangt af van de thermische geleidbaarheid van het gebruikte materiaal.

Verf- en vernislagen wijzigen de thermische geleidbaarheid van het oppervlak niet.

Daarentegen kunnen bepaalde kunststofbekledingen de thermische geleidbaarheid van een metalen oppervlak wel gevoelig verminderen en zo toelaten het te beschouwen als een niet-metalen oppervlak.

Alle delen van de elektrische installatie welke, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in deze tabel, moeten beschermd worden tegen elke toevallige aanraking.

Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel

Elektrisch materieel dat niet beantwoordt aan de voorschriften van *onderafdeling 4.3.2.1.*, evenals alle delen van de elektrische installatie die, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in de tabel van *onderafdeling 4.3.2.1.*, moeten beschermd worden tegen toevallige aanraking met personen, hetzij door verwijdering, hetzij door een afscheiding door middel van een niet-brandbaar en thermisch isolerend scherm.

Elektrische machines en toestellen waarbij bundeling of concentratie van warmte kan optreden moeten:
- hetzij voldoende ver van personen verwijderd worden opdat ze niet zouden kunnen blootgesteld worden aan gevaarlijke warmteconcentraties;
- hetzij van deze personen gescheiden worden door een scherm uit niet-brandbaar en thermisch isolerend materiaal.

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden

De voorschriften bedoeld in *afdeling 4.3.3.* zijn van toepassing voor elke ruimte (lokaal of plaats) en voor elke elektrische installatie zoals bijvoorbeeld vaste, tijdelijke, binnen-, buiten-, mobiele of verplaatsbare installaties.

Bij de keuze en de installatie van het elektrisch materieel, uitrustingen, … in een ruimte moet men rekening houden met het te verwachten brandgevaar om:
- geen brand in normaal bedrijf te veroorzaken;
- de gevolgen van alle fouten, die tot een brand kunnen leiden, te beperken;
- de verspreiding van brand en het ontstaan van rook te beperken.

Voor de veiligheidsinstallaties worden de bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.4.* vermeld. Voor de kritische installaties worden de eventuele bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.5.* vermeld.

De eigenaar, beheerder of uitbater moet de correcte keuze en installatie van het elektrisch materieel en de uitrustingen bewijzen voor wat de bescherming tegen brand betreft. De documenten die dit bewijzen maken deel uit van het elektrisch dossier (zie *afdeling 9.1.1.*) of ze worden ter beschikking voor elke iedere betrokken persoon voor raadpleging gehouden. Deze documenten zijn onder andere de technische fiches en de gebruiksaanwijzingen van het elektrisch materieel, de risicoanalyses, het document met de uitwendige invloeden, …

Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities

Bouwwerk: constructie die met de grond is verbonden en die is gemaakt van bouwmaterialen en

elementen en/of waarvoor bouwwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Het geschikt maken van grond voor landbouw, planten, zaaien,… wordt niet als bouwwerk aangemerkt.

Gebouw: elk bouwwerk dat een voor personen toegankelijke overdekte ruimte vormt, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten.

Civieltechnisch werk: elk bouwwerk dat niet als gebouw is geclassificeerd zoals bijvoorbeeld een brug, een tunnel, …

Compartiment: deel van een gebouw, al dan niet onderverdeeld in lokalen, of deel van een civieltechnisch werk, begrensd door wanden die de brandvoortplanting naar het aangrenzende compartiment of compartimenten gedurende een bepaalde tijd dienen te beletten.
Evacuatieweg: doorlopende en onbelemmerde weg die toelaat een veilige plaats te bereiken door gebruik te maken van de normale circulatiewegen. Men verstaat onder veilige plaats: plaats buiten het bouwwerk of, in voorkomend geval, het gedeelte van het bouwwerk dat gelegen is buiten het compartiment waar er brand is en vanwaar het mogelijk is om het bouwwerk te verlaten zonder door dat compartiment te moeten gaan.

Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte

a. Algemeenheden

Het brandgevaar in een ruimte wordt op basis van de drie volgende uitwendige invloeden bepaald:

- de aard en de hoeveelheid van de behandelde of opgeslagen goederen (BE);
- de brandbaarheid van de bouwmaterialen (CA);
- de structuur (CB).

Men onderscheidt twee mogelijke niveaus van brandgevaar in een ruimte:

- normaal brandgevaar;
- verhoogd brandgevaar.

De ruimten met een normaal brandgevaar zijn door het geheel van de drie volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE1, CA1 en CB1.

De ruimten met verhoogd brandgevaar zijn door tenminste een van de volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE2 of BE3 of CA2 of CB2.

b. Bijzondere ruimten

De elektrische installaties in een ruimte gekenmerkt door de uitwendige invloed CB3 of CB4 kunnen uitgevoerd worden op basis van een risicoanalyse zoals deze in een ruimte met verhoogd brandgevaar.

De ruimten met vermogentransformatoren of stroomgroepen worden niet noodzakelijk beschouwd als ruimten met verhoogd brandgevaar; dit maakt deel uit van het bepalen van de uitwendige invloeden (*afdeling 9.1.5.*).

Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels

a. Toepassingsgebied

De indeling is van toepassing op de geïsoleerde geleiders en de energiekabels.

b. Brandreactie van de geïsoleerde geleiders en kabels.

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandreactie die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de klassen weergegeven in *tabel 4.3.* overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. De klassen C, C_L, E, E_L bedoeld in *afdeling 5.2.7.* zijn ook te beschouwen overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. Deze klassen betreffen:
- de bouwproducten met uitzondering van vloerbekledingen, lineaire isolatieproducten voor leidingen en elektrische kabels (klassen C en E);
- de lineaire isolatieproducten voor leidingen (klassen C_L en E_L).

Tabel 4.3. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Type van geïsoleerde geleider en kabel	Klasse	Bijdrage tot de brand	Supplementaire classificatie
Onbrandbaar	A_{ca}	Geen	
Geïsoleerde geleiders en kabels met hoge brandprestatie	$B1_{ca}$	Minimaal	Vorming van rook s1 aangeduid door s1 of s1a of s1b s2 s3 Aciditeit van rook a1 a2 a3
Geïsoleerde geleiders en kabels met verbeterde brandprestatie	$B2_{ca}$	Zeer beperkt	
	C_{ca}	Beperkt	
Standaard geïsoleerde geleiders en standaardkabels	D_{ca}	Gemiddeld	
	E_{ca}	Hoog	
Geïsoleerde geleiders en kabels zonder brandprestatie	F_{ca}	Zeer hoog	

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De geïsoleerde geleiders en kabels met de kenmerken aangegeven in *tabel 4.4.* mogen enkel geplaatst worden in de volgende situaties:

1. elektrische installaties die zich niet bevinden in de gebouwen;
2. elektrische installaties die zich niet bevinden in de civieltechnische werken;
3. elektrische installaties van een industrieel proces dat bestemd is om mechanisch of chemisch materialen, goederen of producten in grote hoeveelheid te produceren of om te vormen. Voorbeelden hiervan zijn: productielijn van een product, walserij, installatie van aardolieraffinage en bijhorend tankpark, …
   Een elektrische installatie die de algemene werking van een gebouw of een civieltechnisch werk verzekert, wordt niet als een elektrische installatie van een industrieel proces beschouwd. Zoals bijvoorbeeld:
   - verlichtingsinstallaties en stopcontacten;
   - HVAC-installaties;
   - informatica-installaties;
   - installaties van een autonome voedingsbron (stroomgenerator, fotovoltaïsche installatie, …);
   - elektrische installaties of gedeelten van elektrische installaties in een hoogspanningscabine die de installaties van een gebouw of een civieltechnisch werk voeden;
   - voeding van een beschermingsinstallatie tegen brand (detectie, alarm, …);
   - voeding van een bewakingsinstallatie (camera, inbraakdetectie, …);
   - voeding van heftoestellen (lift, goederenlift, …).
4. geïsoleerde geleiders of kabels, die in een gebouw of een civieltechnisch werk binnenkomen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
   - hun lengte, in het gebouw of in het civieltechnisch werk, 10 m niet overschrijdt;
   - hun installatie zich beperkt tot het eerste compartiment.

Tabel 4.4. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Kenmerken		
F	Primaire brandreactie: kwalificeert de geschiktheid van de geïsoleerde geleider of kabel om de vuurhaard te verspreiden en onderscheidt zich in twee subcategorieën met stijgende *strengheid*, als volgt gekenmerkt:	
	F1	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels die, enkelvoudig gelegd en in de proefvoorwaarden, de vlam niet voortplanten en uit zichzelf doven op weinig afstand van de vuurhaard die hen doen ontvlammen heeft.
	F2	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels F1 in bundel en in verticale positie die in de proefvoorwaarden de vlam niet voortplanten.
S	Secundaire brandreactie: kenmerkt de secundaire brandeffecten en kwalificeert de niet-metalen componenten van de geïsoleerde geleiders of kabels met betrekking tot de lichtondoorlatendheid van de rookgassen (subcategorie SD) en de zuurtegraad van de verbrandingsgassen (subcategorie SA).	
	SD	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen doorschijnend zijn
	SA	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen niet corrosief zijn

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, voorschriften inzake het gebruik van deze geïsoleerde geleiders en kabels opleggen.

c. Brandweerstand van de geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandweerstand die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de kenmerken weergegeven in *tabel 4.5.* en ze mogen geplaatst worden in alle soorten ruimten. Voor de classificatie m.b.t. de brandreactie is de *tabel 4.4.* van toepassing.

Moeten niet aan de eisen beantwoorden inzake de kenmerken van *tabel 4.5.*:
- de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
- de interne bekabeling van de schakel- en verdeelinrichtingen.

Tabel 4.5. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand

Kenmerken		
FR	Brandweerstand: kenmerkt de geschiktheid van een geïsoleerde geleider of kabel om in dienst te blijven in weerwil van een brandhaard. Deze categorie onderscheidt zich in twee subcategorieën:	
	FR1	heeft betrekking op proeven die toelaten het behoud van de elektrische functie te beoordelen bij laboratoriumomstandigheden (geïsoleerde geleider of kabel individueel getest)
	FR2	heeft betrekking op een proef die toelaat de tijdsduur te beoordelen gedurende dewelke het behoud van de elektrische functie verzekerd is (geïsoleerde geleider of kabel getest met draagstel en bevestiging)

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de vereiste brandweerstand voor het functiebehoud hebben en indien de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten.

Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Het elektrisch materieel

De keuze en de installatie van het elektrisch materieel moeten beantwoorden aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.1.2.* en *afdeling 5.2.7.*

Het elektrisch materieel geïnstalleerd op brandbare materialen is:
- hetzij voorzien van een omhulsel uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal;
- hetzij volledig gescheiden van deze brandbare materialen door elementen uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal.

Elektrisch materieel waarbij gevaar bestaat voor concentratie of bundeling van warmte moet:
- hetzij geïnstalleerd worden op of binnen materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en dat een lage thermische warmtegeleiding bezit;
- hetzij voldoende ver van alle voorwerpen of delen van het bouwwerk worden verwijderd zodat deze geen gevolgen van een gevaarlijke warmteconcentratie of –bundeling ondervinden;

- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en een lage thermische warmtegeleiding bezit.

Indien elektrisch materieel, hetzij bij normale werking, hetzij bij beschadiging of verkeerd gebruik, gensters of vlammen kan voortbrengen, moet het:
- hetzij worden geïnstalleerd op voldoende afstand van alle voorwerpen of alle delen van het bouwwerk die het zou kunnen beschadigen;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door een thermisch isolerend scherm dat vervaardigd is uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt, zelfdovend materiaal of materiaal dat weerstaat aan vlambogen;
- hetzij volledig worden omsloten door materialen die weerstaan aan vlambogen.

b. Geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.7.*

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *onderafdeling 5.2.7.3.* voor de ruimten BE3.

c. Gevaarlijke lek- of foutstromen

Maatregelen moeten worden genomen om te verhinderen dat in normaal bedrijf of wegens een fout, een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan. Deze maatregelen worden gecoördineerd met deze die worden genomen in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken en de bescherming tegen overstroom.

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar

a. Algemeenheden

De elektrische installaties in de ruimten BE2 en BE3 worden beperkt tot deze die noodzakelijk zijn voor de uitbating van de ruimten.

In ruimten gekenmerkt door BE2 mogen ook de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste alinea van *punt c.* van *onderafdeling 4.3.3.6.* geïnstalleerd worden.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloed BE3, zijn de voorschriften van *hoofdstuk 7.1.* van toepassing.

b. Het elektrisch materieel

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, het gebruik van bepaald elektrisch materieel verbieden in ruimten waar verhoogd brandgevaar aanwezig is.

In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):
- het elektrisch materieel is gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- het elektrisch materieel in deze ruimten is aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X;
- de motoren die automatisch of vanop afstand worden bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.5.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd.

c. De geleiders en kabels in de ruimten BE2

De geïsoleerde geleiders en kabels die doorheen dergelijke ruimten lopen, maar die niet bestemd zijn voor de voeding van deze ruimten, mogen geen aftakkingen of verbindingen bevatten, tenzij deze aftakkingen of verbindingen zich in een omhulsel met een brandweerstand van ten minste ½ uur

bevinden. Deze geïsoleerde geleiders en kabels moeten worden beschermd tegen overbelastingen en kortsluitingen door beschermingsinrichtingen die zich stroomopwaarts en buiten de betrokken ruimte bevinden.

De blanke geleiders mogen enkel geïnstalleerd worden in schakel- en verdeelinrichtingen.

d. Gevaarlijke lek- of foutstromen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de te nemen maatregelen tegen lek- of foutstromen bepalen.

Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Vorming van rook bij brand

Het gebruik van geïsoleerde geleiders en energiekabels met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 is verplicht voor de ruimten bedoeld in *tabel 4.6.*

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen,*

     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt.
2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelinrichtingen;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een productnorm.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Tabel 4.6. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden

Ruimten
Evacuatiewegen in bouwwerken (bijvoorbeeld trappenhallen en gangen) met uitzondering van deze gelegen binnen de wooneenheden
Lokalen voor het publiek toegankelijk die minimum 50 personen kunnen ontvangen (zalen voor seminaries, sporthallen, schouwspelzalen…)
Tunnels beschouwd als bouwkundige kunstwerken

De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van een risicoanalyse of wettelijke eisen bepalen dat andere ruimten, die niet door de *tabel 4.6.* bedoeld worden en waarvan de evacuatie van deze ruimten door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden, het voorschrift van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* moeten respecteren.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten bedoeld door het voorschrift van *punt a .* van *onderafdeling 4.3.3.7.* op en hij preciseert de referentie (risicoanalyse of wettelijke eis of *tabel 4.6.*) voor elke ruimte. De lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten en de risicoanalyse worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met toezicht belaste ambtenaar.

Bij een gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname of een controlebezoek van een installatie wordt het evacuatieplan, dat de evacuatiewegen aanduidt, voorgelegd aan het erkend organisme belast met de controle of het bezoek.

De buizen, de open en gesloten goten, de kabelrekken en de verbindingen geïnstalleerd in de ruimten bedoeld in de voornoemde lijst die niet verzonken zijn, zijn halogeenvrij of bieden een veiligheidsniveau dat tenminste gelijkwaardig is.

b. Ruimten met een vermogentransformator op hoogspanning die een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

Constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden.

De scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) tussen een lokaal met een in *punt b.* bedoelde transformator en de belendende lokalen moeten een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Een van de volgende voorschriften is altijd van toepassing:
- ofwel moet de transformator individueel beschermd zijn tegen de thermische effecten veroorzaakt door interne defecten d.m.v. een doeltreffende elektrische beveiligingsinrichting;
- ofwel moet een afscheidingsput geïnstalleerd worden die het volume aan diëlektrische vloeistof van de transformator kan opvangen en er de natuurlijke doving van verzekert.

c. Ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning

Constructieve maatregelen zijn genomen om de concentratie van warmte in de ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning te voorkomen.

De droge vermogentransformatoren zijn uitgerust met een beveiliging die de transformator uitschakelt wanneer zijn hoogste toegelaten temperatuur bereikt wordt.

In afwijking van de 2de alinea van *punt c.*, is het toegelaten de transformator niet uit te schakelen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
- de transformator met een niet-betreedbaar omhulsel uitgerust is dat een voldoende bescherming biedt tegen rondvliegende onderdelen bij een interne explosie;
- de temperatuur van de transformator permanent bewaakt wordt;
- het overschrijden van de hoogste toegelaten temperatuur onmiddellijk wordt gemeld bij het exploitatiepersoneel;
- het exploitatiepersoneel voldoende gekwalificeerd en opgeleid is om de juiste maatregelen te nemen om schade aan de transformator te voorkomen;
- er voldoende tijd is om de noodzakelijke acties te nemen zodat de transformator manueel uitgeschakeld kan worden of de temperatuur van de transformator tot de normale bedrijfstemperatuur kan teruggebracht worden.

d. Ruimten met elektrisch materieel dat een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

De voorschriften van *punt d.* betreffen niet de transformatoren bedoeld in *punt b.*

Wanneer, in eenzelfde lokaal, de totale hoeveelheid aan vloeibare diëlektrica met een vlampunt lager dan 300°C:
- ofwel meer is dan 25 l in een elektrische machine of toestel,
- ofwel meer is dan 50 l voor het geheel van alle elektrische machines of toestellen,

zijn de volgende voorschriften van toepassing:
- constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden;
- de scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) moeten tussen dit lokaal en de belendende lokalen een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

e. Ruimten met batterij die een ontvlambaar elektrolyt bevat

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Specifieke bepalingen zijn van toepassing op de elektrische installaties in ruimten met explosiegevaar (zie *hoofdstuk 7.1.*).

Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom

Afdeling 4.4.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.4.1.1. Principe

De elektrische bescherming tegen overstromen moet vermijden dat het elektrisch materieel wordt doorlopen door stromen die schadelijk kunnen zijn voor het materieel zowel als voor de omgeving.

Deze bescherming moet gebeuren door een of meerdere toestellen die de stroom onderbreken vooraleer een opwarming kan ontstaan die gevaarlijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders en hun omgeving.

Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen

Overstromen in geleiders kunnen van drieërlei aard zijn, te weten:
1. overbelastingsstromen te wijten aan een verhoging van het door de gebruikstoestellen opgenomen vermogen tot boven normale capaciteit van de elektrische leiding, bijvoorbeeld:
   - als gevolg van het blokkeren van een gebruikstoestel wegens een mechanische overbelasting;
   - als gevolg van het aansluiten van bijkomende gebruikstoestellen zonder de doorsnede der geleiders te vergroten;
   - als gevolg van het vervangen van bepaalde gebruikstoestellen door toestellen met groter vermogen, zonder de overeenkomstige aanpassing van de elektrische leiding uit te voeren;
2. impedante kortsluitstromen in elektrisch materieel; deze fouten, die een stroom veroorzaken met het karakter van een overbelastingsstroom, zijn afkomstig van de stroom door de ondeugdelijk geworden isolatie;
3. kortsluitstroom.

De overstromen, te wijten aan het niet aangepast zijn van de elektrische leidingen aan de gebruiksvoorwaarden, moeten verhinderd worden door het verzwaren van de elektrische voedingsleidingen.

Onderafdeling 4.4.1.3. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen

De toelaatbare stroom I_Z van een leiding is functie van:
- de doorsnede van de geleiders;
- de isolatie van de geleiders;
- de samenstelling van de elektrische leiding;
- de plaatsing en de omgeving van de elektrische leiding;
- de omgevingstemperatuur.

De toelaatbare stromen hebben een zodanige waarde dat, door de opwarming van de geleiders ten gevolge van het Joule-effect, de temperatuur van de isolatie niet groter wordt dan deze die de isolatie gedurende onbepaalde tijd kan verdragen zonder haar eigenschappen in gevaar te brengen.

Ze moeten volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.

Onderafdeling 4.4.1.4. Aansluitingen voor netgebruikers

De aansluitingen voor netgebruikers moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting

Onderafdeling 4.4.2.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen kortsluiting door beschermingsinrichtingen die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.2.2. Onderbrekingsvermogen

De inrichting welke deze bescherming verzekert moet een onderbrekingsvermogen hebben dat ten minste gelijk is aan het kortsluitvermogen dat op de plaats van haar gebruik kan voorkomen. Indien dit niet het geval is, moet zij op haar beurt beschermd worden door een inrichting die een dergelijk afschakelvermogen bezit.

Onderafdeling 4.4.2.3. Kortsluitvermogen

Het is toegelaten dat men het kortsluitvermogen waarvan sprake in *onderafdeling 4.4.2.2.* bepaalt door de toestand van het net tijdens een gemiddelde uitbatingsdag als basis te nemen zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.2.4. Kortsluitstroom

Bovendien moeten elektrische machines, toestellen en leidingen zonder gevaar voor personen de belastingen kunnen verdragen die te wijten zijn aan de kortsluitstroom die hen kan doorlopen. De waarde van de in aanmerking te nemen kortsluitstroom moet rekening houden met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting.

Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen overbelasting

Onderafdeling 4.4.3.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen overbelasting door beschermingsinrichtingen met karakteristieken die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.3.2. Uitzonderingen

Er wordt toegelaten een dergelijke beschermingsinrichting weg te laten:
- in het geval van elektrische machines of toestellen die constructief beschermd zijn tegen een abnormale stijging van de stroomsterkte of die beschermd zijn door speciale inrichtingen;
- stroomopwaarts van een transformator indien een dergelijke inrichting stroomafwaarts is geplaatst;
- in de voedingsstroombanen van meettransformatoren;
- in de bekrachtigingsstroombanen van generatoren of van motoren.

Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning

Personen en goederen moeten volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap beschermd worden tegen de schadelijke gevolgen van:
- een fout die kan voorkomen tussen de onder spanning staande delen van stroombanen op verschillende spanningen;
- overspanningen te wijten aan andere oorzaken, bijvoorbeeld atmosferische verschijnselen of eventuele overspanningen bij het schakelen.

De toestellen moeten derwijze uitgevoerd en geplaatst worden dat personen en goederen door hun werking niet in gevaar worden gebracht.

Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen

Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen

Er moeten schikkingen getroffen worden opdat een belangrijke spanningsdaling of het verdwijnen van de spanning en haar terugkeer geen gevaar voor personen of goederen kan opleveren.

Beschermingsinrichtingen tegen de uitwerkingen van spanningsdaling of wegvallen van de spanning zijn noodzakelijk in installaties van gebouwen waarin veiligheidsverbruikers zijn voorzien en ze zijn eventueel noodzakelijk (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) in installaties van gebouwen waarin kritische verbruikers zijn voorzien. Deze

inrichtingen verzekeren zo nodig het inschakelen van veiligheidsbronnen of vervangingsbronnen en de voeding van de overeenstemmende elektrische machines en toestellen als de spanningsdaling de drempelwaarde van hun correcte werking overschreden heeft.

Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden

Indien blijkt dat schadelijke biologische uitwerkingen worden veroorzaakt door elektrische en magnetische velden op het menselijk organisme, zullen de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, bij besluit, de te nemen veiligheidsmaatregelen vastleggen en dit ieder voor wat hem betreft.

Worden geaard de metalen onderdelen die, door hun aanwezigheid in het elektrisch veld opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie, op een potentiaal worden gebracht die in een bestendig regime een contactstroom geeft van ten minste 1 mA.

Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's

Indien nodig moeten de vereiste voorzorgen genomen worden om te vermijden dat bij een fout de behandelde producten door het elektrisch materieel, bijvoorbeeld bij het lekken van vloeibare diëlektrica, zouden besmet worden.

Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen

Wanneer het gaat om broze constructies of om constructies die onderhevig kunnen zijn aan beschadigingen die aan bewegingen te wijten zijn, moeten de elektrische installaties of delen ervan van die aard zijn dat ze de vervormingen kunnen opvangen zonder te worden beschadigd.

Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel

HOOFDSTUK 5.1. GEMEENSCHAPPELIJKE REGELS VOOR AL HET MATERIEEL 73
Afdeling 5.1.1. Algemeenheden 73
Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen 73
Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand 73
Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied 73
Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen 73
Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden 73
Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering 73
Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden 74
Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel 74
Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen 74
Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen 74
Afdeling 5.1.6. Markering van elektrisch materieel 74
HOOFDSTUK 5.2. AANVULLENDE REGELS VOOR DE LEIDINGEN 74
Afdeling 5.2.1. Algemeenheden 74
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen 75
Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden 78
Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 78
Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 78
Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF) 78
Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 79
Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 79
Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 79
Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 79
Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC) 79
Onderafdeling 5.2.3.9. In functie van de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB) 79
Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders 80
Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden 80
Onderafdeling 5.2.4.2. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen 80
Afdeling 5.2.5. Spanningsval 80
Afdeling 5.2.6. Verbindingen 80
Afdeling 5.2.7. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding 80
Onderafdeling 5.2.7.1. Algemeenheden 80
Onderafdeling 5.2.7.2. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels ... 81
Onderafdeling 5.2.7.3. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels ... 81
Onderafdeling 5.2.7.4. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel 81
Onderafdeling 5.2.7.5. Bijzondere maatregelen 81
Afdeling 5.2.8. Nabijheid van andere leidingen 81
Afdeling 5.2.9. Buizen in magnetisch metaal 82
Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen 82

Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen 82
Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen 82
HOOFDSTUK 5.3. ELEKTRISCHE APPARATUUR (BESCHERMING, BEDIENING, SCHEIDING EN TOEZICHT) 83
Afdeling 5.3.1. Algemeenheden 83
Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden 84
Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 84
Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 84
Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 85
Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF) 85
Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 85
Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 85
Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 86
Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 86
Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA) 86
Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) ... 86
Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 87
Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE) 87
Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA) 87
Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB) 87
Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen 87
Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking 87
Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden 89
Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing 89
Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies 90
Onderafdeling 5.3.3.5. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen 90
Afdeling 5.3.4. Meetstroombanen 91
Onderafdeling 5.3.4.1. Algemeenheden 91
Onderafdeling 5.3.4.2. Spanningsmeetstroombanen 91
Onderafdeling 5.3.4.3. Stroommeetstroombanen 92
HOOFDSTUK 5.4. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN 92
Afdeling 5.4.1. Basisvereisten 92
Onderafdeling 5.4.1.1. Algemeenheden 92
Onderafdeling 5.4.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden 92
Onderafdeling 5.4.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen . 92
Afdeling 5.4.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen 95
Onderafdeling 5.4.2.1. Algemeenheden 95
Onderafdeling 5.4.2.2. Kenmerken 96
Onderafdeling 5.4.2.3. Globale aarding 97
Afdeling 5.4.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders 98
Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders 98
Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 98
Onderafdeling 5.4.3.3. Installeren van de geleiders 98
Onderafdeling 5.4.3.4. Merken van de geleiders 98

Onderafdeling 5.4.3.5. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel 99

Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel

Afdeling 5.1.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen

Het elektrisch materieel moet gekozen en geïnstalleerd worden om te voldoen aan:

- de voorschriften van dit Boek;
- de voorwaarden van de te verwachten uitwendige invloeden;

zodat personen en goederen geen gevaar zouden lopen.

Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand

Het elektrisch materieel moet zodanig gekozen en geïnstalleerd worden dat er geen gevaar bestaat enerzijds voor personen anderzijds voor voorwerpen en materiaal in de nabijheid. Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan de aansluitingen en verbindingen van het elektrisch materieel.

Het elektrisch materieel moet zo opgevat en geïnstalleerd worden dat de warmteafgifte, voortgebracht in normaal bedrijf door dit elektrisch materieel, niet wordt gehinderd.

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een overmatige warmteconcentratie te vermijden moet een gepast warmteafvoersysteem worden voorzien.

In het kader van de beveiliging tegen brand zijn bijkomende regels gedefinieerd in de *afdeling 4.3.3.*

Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied

Deze voorschriften zijn van toepassing op elektrisch materieel voor hoogspanning met uitzondering van hoogspanningsgebruikstoestellen gevoed op laagspanning en met begrensd vermogen (zie *Boek 1*).

Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen

Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden

De fundamentele principes voor het elektrisch materieel zijn bepaald in de *afdeling 1.4.2.*

Elektrisch materieel wordt verondersteld de vereiste veiligheid te bieden:
- hetzij wanneer het overeenkomstig is met de criteria bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek IX, Veiligheid van producten en diensten, wat betreft het op de markt brengen van niet-gereglementeerd elektrisch materieel en in zijn uitvoeringshandelingen;
- hetzij wanneer het deel uitmaakt van een geheel dat met goed resultaat de proeven van het isoleringsniveau heeft doorstaan en voorzien is van een kenplaat waarop de spanningen, tijdens deze proeven aangewend, zijn aangeduid. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, stellen ieder voor wat hem betreft, eventueel per geval, bij besluit, de voorwaarden van deze proeven vast.

Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering

Indien het hoogspanningsmaterieel niet voldoet aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, moet het zodanig ontworpen, vervaardigd en geplaatst zijn dat de luchtafstand tussen de blanke delen onder spanning, tussen deze delen en de massa of tussen blanke onder spanning staande delen van een zelfde fase wanneer ze in geopende stand gescheiden zijn, ten minste gelijk is aan:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Daarin is:
- *d: de voorgenoemde afstand in mm;*
- U_N: de nominale spanning tussen fasen van het toestel uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

Wanneer de blanke oppervlakken door een of meerdere isolerende stoffen andere dan de lucht geïsoleerd zijn, het luchtledige inbegrepen, moet het isolatiepeil dat voortvloeit uit de kleinere afstanden die bestaan tussen de in het voorgaande lid vermelde delen ten minste gelijk zijn aan dit tot stand gebracht door de luchtafstanden die voortvloeien uit de toepassing van de formule van het voorgaande lid.

Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden

De keuze en het gebruik van elektrisch materieel geschieden in functie van de aanwezige uitwendige invloeden in overeenstemming met de door de Ministers, die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder wat hem betreft, getroffen besluiten of bij ontstentenis daarvan, in akkoord met de vertegenwoordiger van het in *hoofdstuk 6.3.* bedoeld erkend keuringsorganisme.

Wanneer verschillende uitwendige invloeden zich gelijktijdig kunnen voordoen, kunnen hun gevolgen onafhankelijk zijn of elkaar onderling beïnvloeden en, in dit geval, de keuze van de beschermingsgraad wijzigen.

Wanneer nochtans het elektrisch materieel door constructie de vereiste eigenschappen niet bezit, mag het toch gebruikt worden op voorwaarde dat het bij het installeren wordt voorzien van een bijkomende bescherming waardoor gelijkwaardige eigenschappen verzekerd worden. Deze bijkomende bescherming mag de werking van het aldus beschermd elektrisch materieel niet schaden.

Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel

Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen

De elektrische machines en toestellen moeten zo ontworpen en geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is. Deze vereiste geldt eveneens wanneer elektrische machines en toestellen geïnstalleerd zijn in omhulsels of vakken van omhulsels.

Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen

Elektrische leidingen moeten derwijze geplaatst worden dat steeds hun isolatie kan gemeten worden, na zo nodig buitenspanningstelling, en dat de plaats van eventuele fouten alsook de juiste aard van de toevallige fouten kan bepaald worden.

Afdeling 5.1.6. Markering van elektrisch materieel

De schakel- en de verdeelinrichtingen en de elektrische machines en toestellen moeten op een duidelijke, goed zichtbare en onuitwisbare wijze worden gemarkeerd door middel van individuele markeringen, tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen

Afdeling 5.2.1. Algemeenheden

De elektrische leidingen moeten geplaatst worden overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, bepaalde plaatsingswijzen van elektrische geleiders en leidingen toelaten, en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

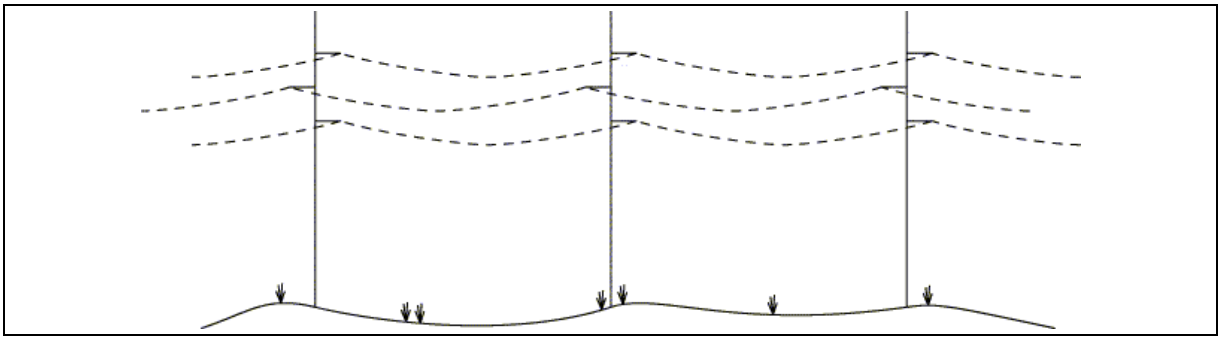
De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. als luchtlijnen;

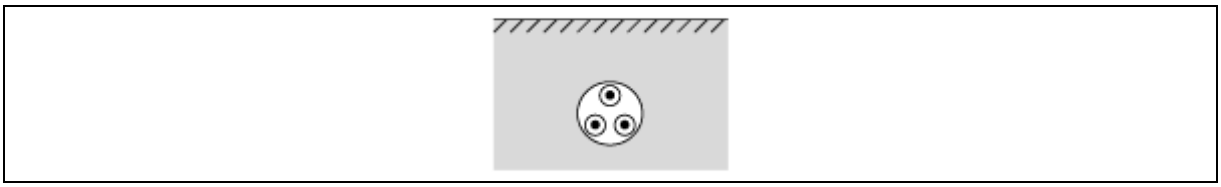
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen



b. als ondergrondse elektrische leidingen;

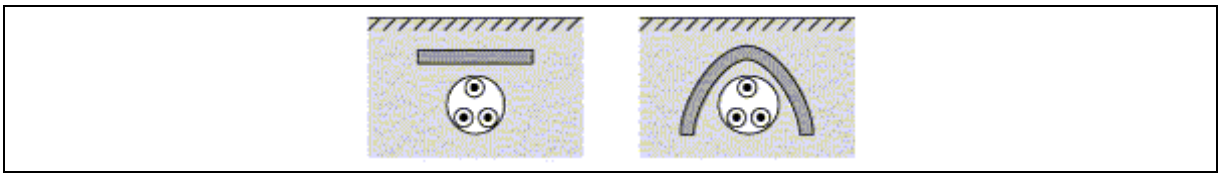
b.1. rechtstreeks ingegraven

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen



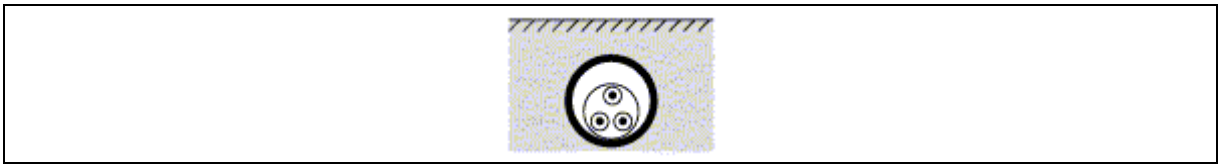
b.2. ingegraven met mechanische bescherming

Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming



b.3. ingegraven in een huls

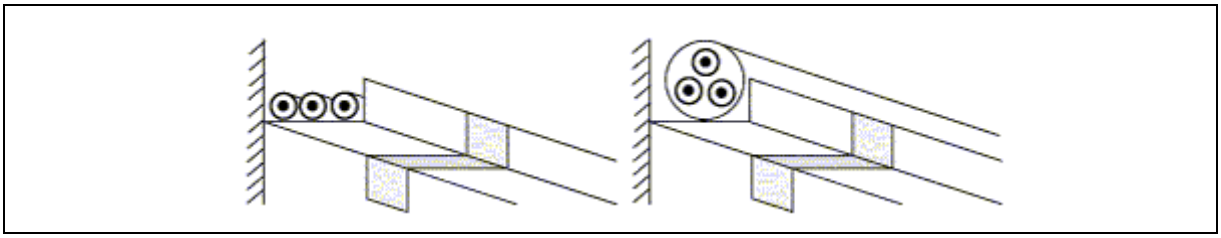
Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven in een huls



c. in openlucht of in kabelgalerijen hetzij met rechtstreekse bevestiging door middel van beugels, klemmen of andere bevestigingsmiddelen, hetzij gelegd op kabelwegen, kabelladers, kraagstukken, rekken, haken of gelijkaardige steunen;

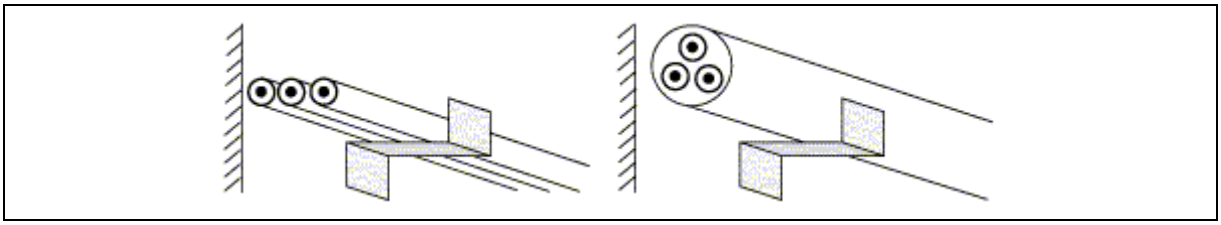
c.1. kabelrekken

Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



c.2. haken

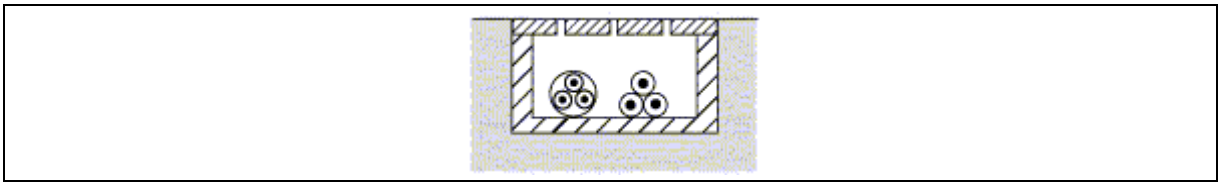
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



d. in open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen;

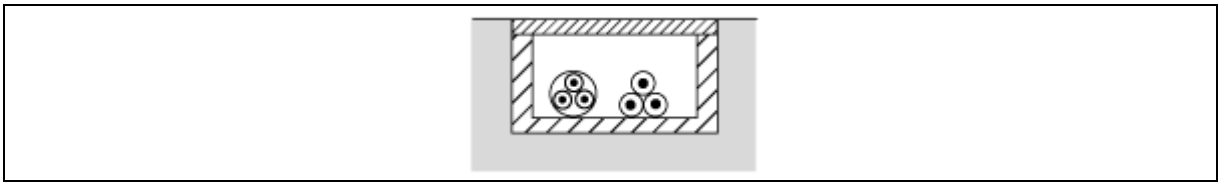
d.1. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



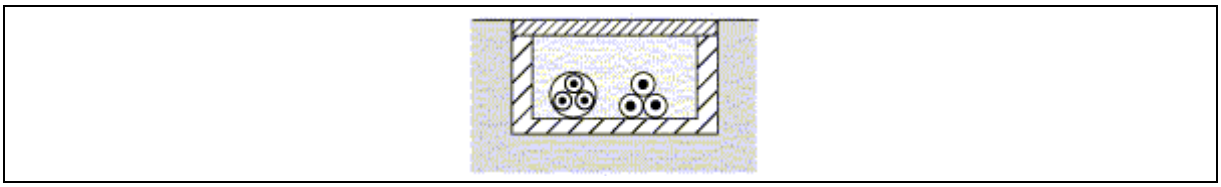
d.2. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



d.3. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

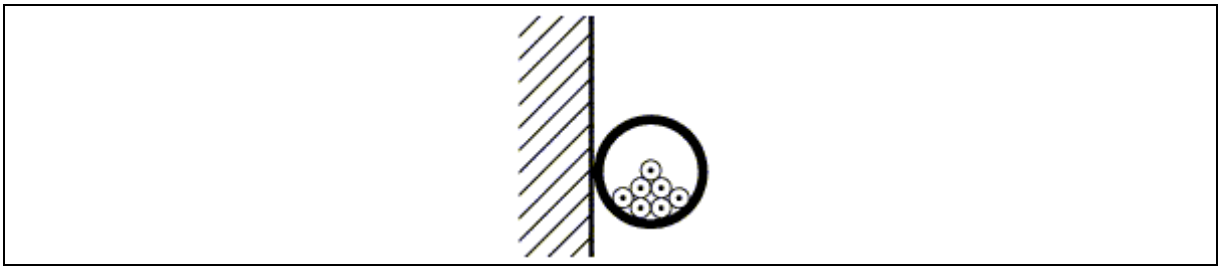
Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



e. in buizen in openlucht, in kabelgalerijen of kabelkanalen met, indien noodzakelijk, de aangepaste bevestigingsmiddelen;

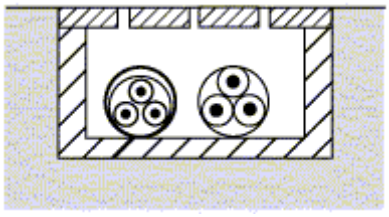
e.1. In buizen in openlucht

Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht,



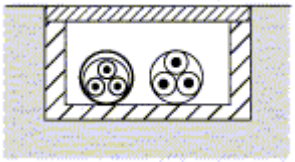
e.2. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



e.3. buizen in gesloten kabelkanalen

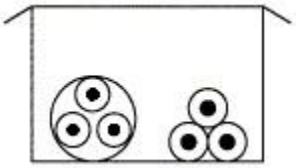
Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



f. **in kabelbanen en goten;**

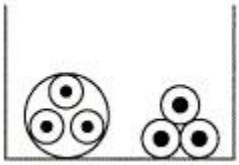
f.1. kabelbaan

Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



f.2. goot

Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot

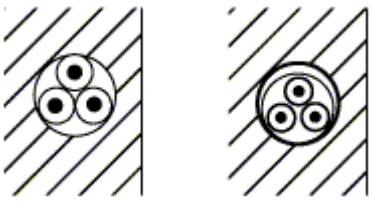


g. in kokers;

h. in holle constructieruimten;

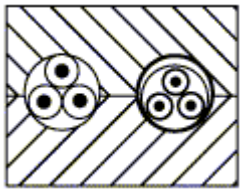
h.1. holten

Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



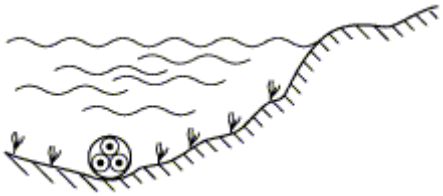
h.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



i. onder water;

Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



j. op isolatoren.

Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, andere plaatsingswijzen voor elektrische geleiders en leidingen toelaten en de te eerbiedigen veiligheidsvoorwaarden vastleggen.

Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat zij geschikt zijn voor de laagste en de hoogste plaatselijke omgevingstemperatuur.

De elementen van de elektrische leidingen, met inbegrip van kabels en toebehoren, moeten worden geïnstalleerd of verwerkt bij temperaturen binnen de grenzen zoals aangegeven in de desbetreffende productnormering of zoals opgegeven door de fabrikant.

Bovendien moeten bijkomende maatregelen (thermische isolatie, mechanische bescherming, starre bevestiging...) genomen worden in die gevallen waar de temperatuur lager kan worden dan −25 °C.

Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat geen schade veroorzaakt wordt door condensatie of binnendringend water. De beschermingsgraad IP van leidingen moeten na voltooiing voldoen aan de ter plaatse van toepassing zijnde uitwendige invloeden.

Wanneer zich in de elektrische leidingen water kan verzamelen (ook door condensatie), moeten voorzieningen worden getroffen om dit te laten afvloeien.

Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF)

Indien de hoeveelheid corrosieve of vervuilende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) zijn alle elektrische leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde

normen toegelaten of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar corrosieve of vervuilende stoffen van atmosferische oorsprong (AF2) aanwezig zijn, moeten ze van een type zijn dat met succes de proef met zoutnevel kan ondergaan, zoals vastgesteld hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar ze onderworpen zijn aan een onderbroken of een toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik (AF3), moeten ze van een type zijn dat met goed gevolg de proef van corrosiebestendigheid kan ondergaan zoals voorgeschreven hetzij door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij door bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen onderworpen zijn aan een bestendige inwerking (AF4) van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten moeten ze speciaal bestudeerd zijn in functie van de aard van de betrokken producten. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit, bijzondere voorwaarden hieromtrent vastleggen.

Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

De elektrische leidingen moeten een mechanische bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten schokken.

Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Indien de elektrische leidingen blootgesteld zijn aan middelmatige of belangrijke (AH2 en AH3) trillingen, moeten ze speciaal bestudeerd worden of moeten hiervoor bijzondere schikkingen getroffen worden.

Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De tegen flora te treffen maatregelen hangen af van de aard van de flora en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is te wijten hetzij aan een schadelijke ontwikkeling, hetzij aan een overvloedige groei van planten.

De tegen fauna te nemen beschermingsmaatregelen zijn, naargelang van het geval:
- een gepaste beschermingsgraad tegen de indringing van vaste lichamen;
- een voldoende mechanische weerstand, een metalen pantsering;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna tegen te gaan, zoals reiniging, gebruik van scheikundige bestrijdingsmiddelen...

Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

Indien van toepassing, moeten de maatregelen van *onderafdeling 5.3.2.8.* in acht genomen worden.

Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden voor de bescherming tegen elektrische schokken zijn deze die de weerstand van het menselijk lichaam beïnvloeden en die bepaald werden in *tabel 2.3.* in *afdeling 2.4.1.,* alsook het contact van personen met het aardpotentiaal zoals bepaald in *afdeling 2.10.13.*

Onderafdeling 5.2.3.9. In functie van de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden worden bepaald in:
- *afdeling 2.10.15.* voor de aard der behandelde of opgeslagen goederen;
- *afdeling 2.10.16.* voor de bouwmaterialen;
- *afdeling 2.10.17.* voor de structuur van gebouwen.

De na te volgen voorschriften voor de keuze van elektrische leidingen worden gegeven in:
- *afdeling 4.3.3.*en *5.2.7.* betreffende de bijzondere voorzorgsmaatregelen tegen brandgevaar;
- *onderafdeling 7.1.8.4.* betreffende de voorzorgsmaatregelen tegen ontploffingsgevaar.

Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders

Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden

De toe te passen regels voor de bescherming tegen overstroom worden behandeld in *hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom*.

Actieve geleiders van elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen overstroom tenzij ze aangesloten zijn op een bron met een impedantie die haar maximumstroom beperkt tot een waarde die kleiner dan of gelijk is aan de toelaatbare stroom in deze elektrische leidingen.

Wanneer dwingende veiligheidsredenen dit vereisen, is het toegelaten geen bescherming tegen overstromen als gevolg van kortsluiting te installeren en is het verboden een beschermingsinrichting tegen overbelasting te plaatsen op elektrische leidingen die een elektrische machine of toestel voeden waarvan het onvoorzien afschakelen gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de opwekkingsstroombaan van motoren, de geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, de secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, ... De doorsnede van de geleiders van deze stroombanen moet gekozen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.2.4.2. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel tegen overstroom wordt voorzien tot het voorkomen van temperatuursverhoging van het railstel en zijn blanke aftakkingen in onderstations, verdeelposten of verdeelkasten in zoverre zij voldoende afmetingen hebben om te weerstaan aan thermische en mechanische belastingen, veroorzaakt door mogelijke kortsluitstromen die er doorheen kunnen vloeien. Met dit doel moeten hun afmetingen voldoen aan de volgende voorschriften.

1. Uit thermisch oogpunt gezien moet hun doorsnede volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. Ze is functie van:
   - de aard en de kenmerken van het metaal van de geleider (volumetrische massa, massawarmte en weerstand);
   - de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider;
   - de maximale opwarming van de geleider die wordt vastgesteld op 250°C.

   De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.

2. Uit mechanisch oogpunt gezien moet de totale structuur, dit wil zeggen het profiel, de schikking en vasthechting, bestand zijn tegen de aantrekkings-, afstotings- en resonantiekrachten, veroorzaakt door de maximumkortsluitstroom (piekwaarde):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

   Daarin is I_c de piekwaarde.

Afdeling 5.2.5. Spanningsval

De spanningsval in elektrische leidingen moet beperkt worden tot de waarden beschreven in de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.6. Verbindingen

De isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn moeten ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.7. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding

Onderafdeling 5.2.7.1. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *onderafdelingen 5.2.7.2.* en *5.2.7.3.*:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel

waarvan het geheel gedekt is door een productnorm;
3. de geïsoleerde geleiders en de kabels die zijn geïnstalleerd in ruimten met een normaal brandgevaar;
4. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen.

Onderafdeling 5.2.7.2. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (zoals bijvoorbeeld omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *onderafdeling 5.2.7.1.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van de *onderafdelingen 5.2.7.2.* of *5.2.7.3.*

Onderafdeling 5.2.7.3. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca}. Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F2 of ten minste de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling van een schakel- en verdeelinrichting, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *onderafdeling 5.2.7.1.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Onderafdeling 5.2.7.4. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-vlamverspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.2.7.5. Bijzondere maatregelen

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit de regels vaststellen waaraan de geïsoleerde geleiders en de kabels moeten voldoen teneinde de brandverspreiding te voorkomen.

Afdeling 5.2.8. Nabijheid van andere leidingen

In de nabijheid van gasleidingen moeten de nodige voorzorgsmaatregelen genomen worden om ophoping van gas te vermijden in de kijk- of mangaten. In die nabijheid moet het gebruik van buizen voor het beschermen van ondergrondse gewapende kabels vermeden worden. De nodige voorzorgsmaatregelen moeten echter genomen worden om ophoping van gas te voorkomen wanneer de omstandigheden er toe verplichten dergelijke bescherming te gebruiken.

Afdeling 5.2.9. Buizen in magnetisch metaal

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal.

Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen

Voor de installatieregels specifiek voor luchtlijnen zijn de voorschriften van het *hoofdstuk 7.1.* van het Boek 3 van toepassing.

Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen

a. Algemeenheden

Enkel kabels, conform hetzij de desbetreffende door de Koning gehomologeerde of door het NBN geregistreerde normen hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, mogen in de grond en in ontoegankelijke ondergrondse kokers geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE).

Behalve indien het technisch onmogelijk is, moet de kabel ten minste 0,60 m diep onder het grondvlak (maaiveld, bovenvlak van tegels of van het wegdek...) ingegraven worden.

Indien deze ingravingsdiepte van 0,60 m niet kan verwezenlijkt worden, moet de bescherming gevormd worden door een doorlopend omhulsel of door een omhulsel met ineenschuifbare of overlappende voegen, in duurzaam en weerstandbiedend materiaal overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap, of door een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

Voor elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van 2e categorie wordt de ingravingsdiepte evenwel op 1,00 m gebracht. Ingegraven elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van tweede categorie, geplaatst vóór 1 januari 1983, mogen op een ingravingsdiepte van ten minste 0,60 m behouden blijven.

Elke ondergrondse kabel moet over zijn ganse lengte beschermd worden door middel van een afdekking uit duurzaam en stevig materiaal, bestemd om hem bij grondwerken tegen aanraking door werktuigen te vrijwaren. Deze afdekking steekt aan beide zijden van de kabel uit; zij wordt verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel.

De kabels moeten voorzien zijn van een geaarde beschermingsmantel; voor de kabels van het gewapende type mag de wapening hiervoor instaan. De coördinatie tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zo dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen beschadigingen voortkomende van een aardingsfout of een kortsluiting.

De ligging van elke ondergrondse kabel op gelijkstroom en van elke ondergrondse kabel op wisselstroom op hoogspanning van 2e categorie moet aangegeven worden door middel van een onaantastbaar waarschuwingsmiddel dat ten minste 10 cm boven de beschouwde kabel aangebracht wordt.

Voor wat betreft de bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking wordt geen enkele bijkomende beschermingsmaatregel vereist buiten de hierboven beschreven voorwaarden.

b. Doorgang van muren en wanden

Wanneer voor plaatsing van ondergrondse kabels de doorgang van muren of wanden noodzakelijk is, moet de doorgang na plaatsing zorgvuldig gedicht worden.

c. Nabijheid van en kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels

c.1. Algemene voorschriften

In de nabijheid van en bij de kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels moet elke energiekabel derwijze geplaatst worden dat hij zich overal op ten minste 0,50 m van de reeds aanwezige telecommunicatiekabels bevindt.

Indien een dergelijke schikking niet uitvoerbaar is, kan een afwijking toegestaan worden door de belanghebbende Ministers of de door hen aangeduide ambtenaren. In dergelijk geval neemt diegene die de elektrische leiding plaatst, na overleg met de eigenaar van de telecommunicatiekabel, de geschikte maatregelen om latere vergissingen bij de identificatie van de kabels uit te sluiten, om

alle schade te voorkomen alsook om de storingen in het telecommunicatieverkeer te vermijden en om het gevaar dat uit de toegestane afwijking kan voortvloeien uit te sluiten.

c.2. Verplaatsing van energie- en telecommunicatiekabels

Indien telecommunicatiekabels en energiekabels op aanvraag van derden worden geplaatst zijn de hierboven onder *punt c.1.* aangehaalde afwijkingsmaatregelen van toepassing.

d. Plaatsaanduiding

d.1. Principe

De aanwezigheid van een kabel moet op zichtbare en duurzame wijze aangeduid worden. Daartoe moet een merkteken aan ieder uiteinde van de rechte stukken geplaatst worden. Indien het rechte stuk langer is dan 200 m moeten ten minste om de 200 m tussenliggende merktekens geplaatst worden. Merktekens moeten eveneens geplaatst worden aan de uiteinden van de bochten.

In bochten van meer dan 20 m lengte moet een bijkomend merkteken geplaatst worden in het midden van de beschreven boog. Indien een afstand van 50 m dit merkteken scheidt van deze die het begin van de boog aanduiden moeten bijkomende merktekens geplaatst worden, zodat de afstand tussen de merktekens ten hoogste 50 m bedraagt.

d.2. Kabelbundels

In het geval van een bundel kabels mag gebruik gemaakt worden van gemeenschappelijke merktekens voor alle kabels samen.

d.3. Uitzonderingen

Indien het onmogelijk is een merkteken aan te brengen boven één of meer kabels, moet het geplaatst worden op een zo klein mogelijke afstand van de ligging van deze kabel of kabels.

In geval van private eigendommen moeten de merktekens bij voorkeur geplaatst worden aan de grenzen van de percelen ofwel op andere plaatsen waar de uitbating – en in het bijzonder de uitbating van landbouwgronden – niet belemmerd wordt door hun aanwezigheid.

Er is geen verplichting voor het aanduiden van de aanwezigheid van de kabels door de Belgische Spoorwegen op eigen terrein geplaatst.

Evenmin moet de aanwezigheid van kabels, geplaatst in een openbare weg, aangeduid worden, wanneer de overheid die deze openbare weg beheert zich uitdrukkelijk tegen het plaatsen van merktekens verzet gezien de bijzondere aard van de wegbedekking.

d.4. Merktekens

De gebruikte merktekens moeten uit duurzaam materiaal zijn vervaardigd. Hun oppervlakte mag niet kleiner zijn dan 0,01 m^2 en hun kleinste afmeting niet kleiner zijn dan 0,08 m. Zij dragen, in reliëf op hun zichtbaar vlak, ten minste de volgende aanduidingen:

- één bliksemschicht voor de aanduiding van één enkele kabel;
- twee bliksemschichten voor de aanduiding van een bundel boven of naast elkaar liggende kabels.

d.5. Plannen van de ondergrondse leidingen

Voor wat betreft de verplichtingen van de eigenaar, zie *afdeling 9.1.4.*

d.6. Militair domein

Om redenen van militaire veiligheid mag de militaire overheid zich verzetten tegen de gehele of gedeeltelijke toepassing van dit *punt d.* op de installaties die zij gebruikt of die op haar domein liggen.

Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht)

Afdeling 5.3.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de keuze en ingebruikname van de elektrische apparatuur voor bescherming, bediening, scheiding en toezicht. Hierbij moet onder andere rekening gehouden worden met de uitwendige invloeden, zoals gedefinieerd in *hoofdstuk 2.10.*:

- AA – omgevingstemperatuur;
- AD – aanwezigheid van water;
- AE – aanwezigheid van vreemde vaste lichamen;
- AF – aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen;
- AG – mechanische belasting veroorzaakt door schokken;
- AH – mechanische belasting veroorzaakt trillingen;
- AK – aanwezigheid van flora en /of schimmelvorming en AL – aanwezigheid van fauna;
- AM – elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden en AN – zonnestraling;
- BA – bekwaamheid van personen;
- BB – toestand van het menselijk lichaam;
- BC – aanraking van het aardpotentiaal door personen;
- BD – mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen;
- BE – aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- CA – bouwmaterialen;
- CB – structuur van gebouwen.

Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

De elektrische machines en toestellen moeten uitgekozen en gebruikt worden volgens de bepalingen van *tabel 5.1.* rekening houdend met de temperaturen, die in de ruimten waar zij aangewend worden, optreden.

Tabel 5.1. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Karakteristieken van het materieel en de aanwending ervan*
AA1	−60 °C tot +5 °C	Speciaal ontworpen materiaal of aangepaste schikkingen
AA2	−40 °C tot +5 °C	
AA3	−25 °C tot +5 °C	
AA4	−5 °C tot +40 °C	Normaal
AA5	+ 5 °C tot +40 °C	
AA6	+ 5 °C tot +60 °C	Speciaal ontworpen materieel of aangepaste maatregelen

Voor bijzonder materieel mag rekening gehouden worden met de temperaturen vermeld in *tabel 5.2.*

Tabel 5.2. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Temperatuur*	*Kenmerken van het materieel en de aanwending ervan*
AA7	−15 °C tot +25 °C	Normaal materieel voor buitenopstelling
AA8	−5 °C tot +30 °C	Normaal materieel voor gewoonlijk verwarmde lokalen

Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen voor wat betreft het binnendringen van vloeistoffen moet bepaald worden volgens de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.3.*

Tabel 5.3. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Beschermingsgraad*
AD1	te verwaarlozen aanwezigheid	IPX0
AD2	tijdelijk vochtig	IPX1
AD3	Vochtig	IPX3
AD4	Nat	IPX4
AD5	Besproeid	IPX5
AD6	watermassa's	IPX6
AD7	overstroomde ruimten	IPX7
AD8	permanent ondergedompeld	IPX8

Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen tegen het binnendringen van vreemde vaste lichamen beantwoordt aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.4*.

Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*		*Beschermingsgraad*
AE1	Grote afmetingen		IP2X of IP0X volgens de beschermingsgraad die al of niet is voorgeschreven voor gevaren bij rechtstreekse aanraking
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm		IP3X
AE3	Kleinste afmeting 1 mm		IP4X
AE4	Stofdeeltjes	Bij indringingsmogelijkheid	IP5X
		Bij vereiste stofdichtheid	IP6X

Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF)

Wanneer de hoeveelheid of de aard van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) op elektrische machines of toestellen moeten deze aan de regels van goed vakmanschap beantwoorden die voor de normale gebruiksomstandigheden gelden.

Bij aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen afkomstig uit de atmosfeer (AF2) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze met succes weerstaan aan de zoutnevelproef die is voorgeschreven hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze echter onderworpen worden aan een onderbroken of toevallige inwerking van chemische producten (AF3) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze weerstaan aan een corrosieproef zoals voorgeschreven hetzij in de van toepassing zijnde, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze aan een permanente inwerking van chemische producten zijn blootgesteld (AF4) moeten de elektrische machines en toestellen speciaal bestudeerd zijn voor deze toestand of moeten zij voorzien worden van een beschermingsbekleding die bijzonder is aangepast aan de aard van de aangehaalde reagentia. De Ministers die Energie alsook het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder, voor wat hem betreft, in dit verband, bij besluit, bijzondere voorwaarden vastleggen.

Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

Wanneer de uitwendige invloed van de klasse AG1 is, mogen de elektrische machines en toestellen van het huishoudelijk type zijn, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Wanneer de uitwendige invloed van de klasse AG2 of AG3 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten belasting.

Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Wanneer de elektrische machines en toestellen aan trillingen worden onderworpen die door de regels van goed vakmanschap als middelmatig of belangrijk worden aangeduid (AH2 of AH3) moeten zij hiervoor speciaal bestudeerd worden of dienen, te hunnen opzichte, speciale maatregelen genomen te worden.

Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De te nemen maatregelen tegen flora en/of schimmelvorming zijn afhankelijk van de aard van deze laatste en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is afhankelijk hetzij van de schadelijke inwerking van de plantengroei hetzij van zijn overmaat.

De eventueel te nemen beschermingsmaatregelen tegen fauna zijn afhankelijk volgens het geval van:
- een aangepaste beschermingsgraad tegen het binnendringen van vaste lichamen;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna te vermijden zoals reiniging, gebruik van pesticiden...

Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

De bijzondere beschermingsmaatregelen, hierna vermeld, moeten eventueel aangewend worden.

Tegen zwerfstromen (AM2):
- versterkte isolatie;
- speciale beschermingsbekledingen;
- kathodische bescherming;
- bijkomende equipotentiaalverbinding.

Tegen elektromagnetische (AM3) of ioniserende (AM4) invloeden:
- zich verwijderen van de stralingsbronnen;
- tussenplaatsen van schermen;
- omhulsels uit speciale materialen.

Tegen elektrostatische invloeden (AM5):
- geaard scherm;
- verminderen van de oppervlakteweerstand van isolatiematerialen;
- bijkomende equipotentiaalgeleiders;
- opstelling op niet-geleidende plaatsen.

Tegen geïnduceerde stromen (AM6):
- zich verwijderen van de inducerende stroombronnen;
- tussenplaatsen van schermen.

Tegen zonnestraling die het elektrische materieel kan schaden (AN2):
- materialen bestand tegen ultraviolette straling;
- bekledingen met speciale kleur;
- tussenplaatsen van schermen.

Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Bij keuze van elektrische machines en toestellen moet rekening gehouden worden met de bepalingen van *tabel 5.5*.

Tabel 5.5. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Code	***Bekwaamheid van personen***	***Karakteristieken en aanwending van het materieel***
BA1	Gewone	Normaal
BA2	Kinderen	Materieel met een beschermingsgraad hoger dan IPXX-B
BA3	Gehandicapten	Ongenaakbaarheid van materieel waarvan de temperatuur van de buitenvlakken 80 °C overtreft
BA4	Gewaarschuwden	Materieel zonder bescherming tegen rechtstreekse aanraking is toegelaten
BA5	Vakbekwamen	

Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BB, in functie van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam; rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.6*.

Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Karakteristiek van het materieel en zijn aanwending*
BB1	Droge huid of vochtig door transpiratie	Normaal
BB2	Natte huid	Aangepaste beschermingsmaatregelen
BB3	Ondergedompeld in water	

Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BC, functie van de frequentie van de contacten van personen met het aardpotentiaal.

Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BE, volgens de aard van de behandelde of opgeslagen goederen:
- BE2 brandgevaar: *afdelingen 4.3.3.* en *5.2.7.*;
- BE3 ontploffingsgevaar: *hoofdstuk 7.1.;*
- BE4 gevaar voor bezoedeling: *afdeling 4.6.3.*

Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA)

Wanneer er de uitwendige invloed CA2 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden; er moet onder meer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB)

Wanneer de uitwendige invloed CB2, CB3 of CB4 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden. Voor CB2 moet onder meer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen

Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking

a. Scheiding

a.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen.

a.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspannings-laagspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen.

a.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.

De controle van de stand van een scheidingsschakelaar of van een scheidingsinrichting moet mogelijk zijn op één van de volgende wijzen:
- de scheiding is zichtbaar;
- de stand van ieder beweegbaar contact dat de scheidings- of isolatieafstand tussen ieder contact verzekert wordt aangeduid door een inrichting overeenkomstig de voorwaarden van de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, of van een

besluit, genomen door de Ministers die Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, en dit ieder wat hen betreft.

Een van de volgende inrichtingen moet gebruikt worden:
- meerpolige of éénpolige scheidingsschakelaar;
- het loskoppelen van een toestel;
- het wegnemen van de geleiders, de rails of de scheidingsstrippen;
- vervangelement van smeltveiligheden;
- lastscheidingsschakelaar;
- vermogenscheidingsschakelaar.

Wanneer geen van deze inrichtingen worden gebruikt, wordt de minimumafstand in mm tussen de onder spanning staande delen gegeven door volgende formule:

$50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$

Daarin is U_N de nominale spanning tussen fasen, uitgedrukt in kV.

In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

a.4. Aanwending van bijkomende middelen

De inrichtingen zijn zodanig ontworpen en geïnstalleerd dat ze niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:
- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:
- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

b. Onderbreking om mechanisch onderhoud mogelijk te maken

b.1. Algemeen

De onderbreking bij mechanisch onderhoud wordt voorzien om toe te laten de elektrische voeding van gedeelten van het materieel af te snijden. Aldus worden ongevallen voorkomen die verschillen van deze te wijten aan elektrische schokken of boogontladingen en dit op het ogenblik van het niet-elektrisch onderhoud van het materieel.

b.2. Keuze van het materieel

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden door middel van:
- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud en de stuurhulpmiddelen die ermee overeenstemmen moeten met de hand bediend worden en een uitwendig zichtbare scheiding hebben ofwel een stand hebben die klaar en veilig wordt aangeduid. De aanduiding van deze stand zal slechts dan zichtbaar zijn wanneer de stand «STILSTAND» of «OPEN» voor iedere pool werd bereikt. Bijkomende standen zoals bijvoorbeeld «WERKING», «TESTEN», «UITGESCHAKELD» kunnen voorzien worden op voorwaarde dat ze klaar en duidelijk staan aangegeven.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud moeten zo opgevat en geïnstalleerd worden dat iedere ontijdige hersluiting, bijvoorbeeld door schokken of trillingen, voorkomen wordt.

De scheiding is ook als een geldige inrichting te beschouwen.

c. Elektrische noodonderbreking

c.1. Algemeenheden

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking moeten voorzien worden voor ieder gedeelte van een installatie waarvoor het nodig kan zijn om de voeding te onderbreken en aldus een gevaar uit te sluiten. Wanneer dit gevaar gevormd wordt door een beweging wordt deze inrichting «noodstop» genoemd.

Een inrichting voor elektrische noodonderbreking en/of een middel voor noodstop kunnen voorzien worden voor verscheidene toepassingen en dit volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De bedoelde inrichtingen voor elektrische noodonderbreking, met inbegrip van deze voor noodstop, moeten op zodanige wijze opgesteld worden dat ze gemakkelijk herkenbaar zijn en snel kunnen bereikt worden.

c.2. Keuze en kenmerken van het materieel

De middelen voor elektrische noodonderbreking met inbegrip van de noodstopinrichtingen zijn in staat de vollaststroom te onderbreken van het overeenstemmend gedeelte van de installatie met inbegrip van de stroom van eventueel geblokkeerde motoren. Zij kunnen samengesteld zijn uit:

- een enkelvoudige onderbrekingsinrichting die rechtstreeks de hoofdvoeding afsnijdt;
- een samenstelling van verschillende toestellen in werking gesteld door één enkele beweging en waardoor het gevaar wordt afgewend door onderbreking van de voeding van het betrokken gedeelte van de installatie. Men kan hierbij echter het behoud van de voeding voor elektrisch afremmen behouden. Voorbeelden:
  - onderbrekingsschakelaars van de hoofdstroombaan;
  - drukknoppen en dergelijke in de stuurstroombaan.

Handbediende inrichtingen moeten bij voorkeur gekozen worden voor de rechtstreekse onderbreking van de hoofdstroombaan.

Contactoren met afstandsbesturing moeten geopend worden door het afsnijden van de voeding van de spoel of door het aanwenden van andere technieken die een gelijkwaardige veiligheid bieden.

De stuurmiddelen (handkrukken, drukknoppen...) van de inrichtingen moeten duidelijk aangegeven zijn, zo mogelijk door hun rode kleur die met de basiskleur contrasteert.

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking dienen vergrendelbaar te zijn (elektrisch of mechanisch) en dit in de stand voor onderbreking of stilstand. Niet-vergrendelbare inrichtingen worden aanvaard wanneer de inrichting en de middelen voor het opnieuw starten onder de bewaking staan van eenzelfde persoon. Deze bewaking is bestendig volgens behoefte.

Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden

Naargelang het geval moet iedere installatie of gedeelte van installatie kunnen geaard worden voor zover deze maatregel niet van aard is de algemene veiligheid van de installatie te verminderen.

Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing

a. Algemeen

Een stuurinrichting moet stroomopwaarts geplaatst worden van elektrische machines, toestellen of leidingen waarvoor het kan vereist zijn de voeding tot stand te brengen of te onderbreken onafhankelijk van de andere gedeelten van de installatie.

b. Keuze van de stuurinrichting

De hierna beschreven inrichtingen kunnen gebruikt worden op voorwaarde dat zij voldoen aan de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of dat zij beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen:

- schakelaars;
- automatische schakelaars;

- contactoren;
- stuurhulpmiddelen;
- elektronische schakelingen.

c. Onderbreking van geleiders

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

d. Plaatsing

Iedere elektrische machine of ieder elektrisch gebruikstoestel moet bediend worden via een stuurinrichting.

Deze inrichting is noodzakelijk zelfs wanneer de werking van de elektrische machine of het elektrisch gebruikstoestel afhankelijk is van een relais, een thermostatische schakelaar of van een ander analoog orgaan.

Het is echter toegelaten dat:
- eenzelfde stuurinrichting verschillende elektrische machines of toestellen beveelt waarvan de werking gelijktijdig verloopt;
- op de voedingsstroombaan van een elektrische machine of toestel geen stuurinrichting wordt voorzien wanneer deze elektrische machine of dat elektrisch toestel zelf een algemene schakelaar bevat.

e. Stuurinrichtingen

Buiten de hierboven beschreven inrichtingen moeten de motoren, overeenkomstig de regels van goed vakmanschap, ook voorzien worden van aangepaste stuurinrichtingen wanneer het aanzetten zonder deze voorzieningen de werking van andere gebruiksmiddelen abnormaal zou verstoren.

Uitgezonderd bij dwingende veiligheidsredenen moeten de stuurinrichtingen van motoren zo opgevat zijn dat na een onderbreking de automatische herinschakeling van de motor belet wordt wanneer het heraanzetten ervan gevaar zou kunnen opleveren voor personen.

f. Besturingsstroombaan

De besturingsstroombanen moeten zo opgevat en uitgevoerd worden dat ze de veiligheid van personen niet in het gedrang brengen en dat ze een efficiënte beveiliging van het materieel bieden wanneer zich een defect in de apparatuur voordoet.

Zij moeten onder meer opgevat en verwezenlijkt worden om de risico's te beperken die voortspruiten uit een toevallig contact van één of meerdere punten van de stuurstroombaan met de massa (of de aarde). Dit zou namelijk een ontijdig aanzetten kunnen tot gevolg hebben of zou het stilzetten van de elektrische machine of het elektrisch toestel onder sturing kunnen beletten.

Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies

De functies voor veiligheidsonderbreking en functionele sturing kunnen geheel of gedeeltelijk verenigd worden in eenzelfde inrichting op voorwaarde dat alle voorschriften voor iedere functie worden nageleefd.

Onderafdeling 5.3.3.5. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om overstroom-beschermingstoestellen na een uitschakeling door een fout automatisch terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:
- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte overstroom-beschermingstoestellen.

b. Bijzondere voorschriften

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van het overstroom-beschermingstoestel rekening houdt met de veilige temperatuur van de machine.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelinrichting moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het stroombaanschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Afdeling 5.3.4. Meetstroombanen

Onderafdeling 5.3.4.1. Algemeenheden

Het materiaal voor meetstroombanen moet conform de desbetreffende normen zijn, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, of beantwoorden aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Behalve voor bijzondere toepassingen moeten de meettransformatoren van het eenfasige type zijn met als functie het voeden van:
- meettoestellen (tellers);
- beschermingstoestellen (relais, ontgrendelingstoestellen).

Een punt van elke secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is verbonden met de hoogspanningsaardingsinstallatie. In afwijking op de bepalingen van *onderafdeling 4.4.3.1.*, mogen de beschermingsinrichtingen tegen overbelasting in de primaire kring van meettransformatoren op hoogspanning en van hun elektrische voedingsleidingen worden weggelaten.

De meettransformatoren moeten een nominaal vermogen hebben en van een klasse zijn die toereikend is voor de erop aangesloten toestellen.

Onderafdeling 5.3.4.2. Spanningsmeetstroombanen

In afwijking op de bepalingen van *afdeling 4.4.2.*, mag de bescherming tegen kortsluiting van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning worden verzekerd door beschermingsinrichtingen die deel uitmaken van de verdeel- of omvormposten waartoe ze behoren.

Voor de spanningsmeettransformatoren op hoogspanning van de tweede categorie, mogen voormelde beschermingsinrichtingen op een willekeurige plaats in de voedingsstroombanen van de desbetreffende verdeel- of omvormposten worden ondergebracht.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen overbelasting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. de maximumstroom die de secundaire stroombanen kan doorlopen, de nominale stroom van de stroombanen niet kan overtreffen.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen kortsluiting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. ze niet in de nabijheid van brandbaar materiaal gelegd zijn.

Het is verboden de secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning tegen overstromen te beveiligen wanneer de stroomonderbreking gevaar kan opleveren.

Onderafdeling 5.3.4.3. Stroommeetstroombanen

Het is verboden de secundaire stroombanen van stroommeettransformatoren te beveiligen tegen overbelasting en kortsluiting.

De stroommeettransformatoren moeten kunnen weerstaan aan de thermische korteduurstroom die op de plaats van opstelling kan optreden.

De stroommeettransformatoren bestemd voor meetdoeleinden moeten met een zo klein mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat de kortsluitstroom in de primaire stroombaan de meettoestellen in de secundaire stroombaan niet kan beschadigen.

De stroommeettransformatoren bestemd voor beschermingsdoeleinden moeten met een zo groot mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat bij kortsluitstromen in de primaire stroombaan de betrouwbare werking van de beschermingstoestellen in de secundaire stroombaan niet in het gedrang komt.

Wanneer een stroommeettransformator voor zowel meet- als beschermingsdoeleinden wordt aangewend, moeten de meettoestellen, wanneer noodzakelijk, door geschikte tussengeschakelde transformatoren tegen beschadiging door de uitwerking van kortsluitstromen worden beschermd.

Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen

Afdeling 5.4.1. Basisvereisten

Onderafdeling 5.4.1.1. Algemeenheden

De kenmerken van de aardingsinstallatie worden zodanig bepaald dat de volgende doelstellingen bereikt worden:
1. weerstand bieden aan de te verwachten mechanische en chemische invloeden;
2. weerstand bieden aan de thermische uitwerking van de maximum te verwachten foutstroom;
3. de beschadiging verhinderen van goederen en materieel;
4. de veiligheid van personen waarborgen, rekening houdend met de spanning die kan verschijnen bij de stroomdoorgang van de maximum te verwachten foutstroom doorheen de aardingsinstallatie, rekening houdend met de passieve en actieve beschermingsmaatregelen.

Onderafdeling 5.4.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden

De samenstellende elementen van de aardingsinstallatie zijn vervaardigd uit materialen die een voldoende weerstand bieden tegen corrosieverschijnselen (chemische of biologische aantasting, oxidatie, elektrolytische corrosie...).

Bovendien bieden zij de nodige weerstand aan de mechanische belastingen waaraan ze kunnen worden onderworpen zowel tijdens hun plaatsing als tijdens hun normale werkingsomstandigheden.

Onderafdeling 5.4.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen

De na te leven doorsneden van de geleiders die de elementen van de aardingsinstallatie vormen zijn een functie van de maximum te verwachten foutstroom.

Wanneer de foutstroom zich verdeelt over een geheel van aardelektroden mag voor het bepalen van de afmetingen van iedere aardelektrode rekening worden gehouden met deze stroomverdeling.

Voor de berekening van de thermische vastheid van de aardingsinstallatie wordt rekening gehouden met de waarde en de duur van de foutstroom. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden (adiabatische opwarming) en een duur groter dan 5 seconden (geen adiabatische opwarming).

Voor een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van de formule:

$$S \geq \frac{I}{k} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

met:

- *S*: doorsnede in mm²;
- *I*: effectieve waarde van de fase/aarde foutstroom in A;
- *t*: duur van de foutstroom in seconden;
- *k*: constante bij 20 graden Celsius afhankelijk van de aard van het stroomvoerend materiaal. De waarden van deze constante overeenstemmend met de meest gebruikte materialen zijn aangeduid in de *tabel 5.7.*;
- β: omgekeerde waarde van de temperatuurscoëfficiënt (α) van de resistiviteit van het materiaal in functie van de temperatuur van het materiaal in graden Celsius zoals aangeduid in *tabel 5.7.*;
- Θ_i: begintemperatuur in °C in normale omgevingsomstandigheden;
- Θ_f: maximum toegelaten temperatuur in °C na het afvloeien van de foutstroom aangeduid in *tabel 5.8.*

Tabel 5.7. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen

Materiaal	***ß*** ***[°C]***	***k*** $[A \cdot \sqrt{s}/mm^2]$
Koper	234,5	226
Aluminium	228	148
Staal	202	78
Aluminiumlegering	258	149

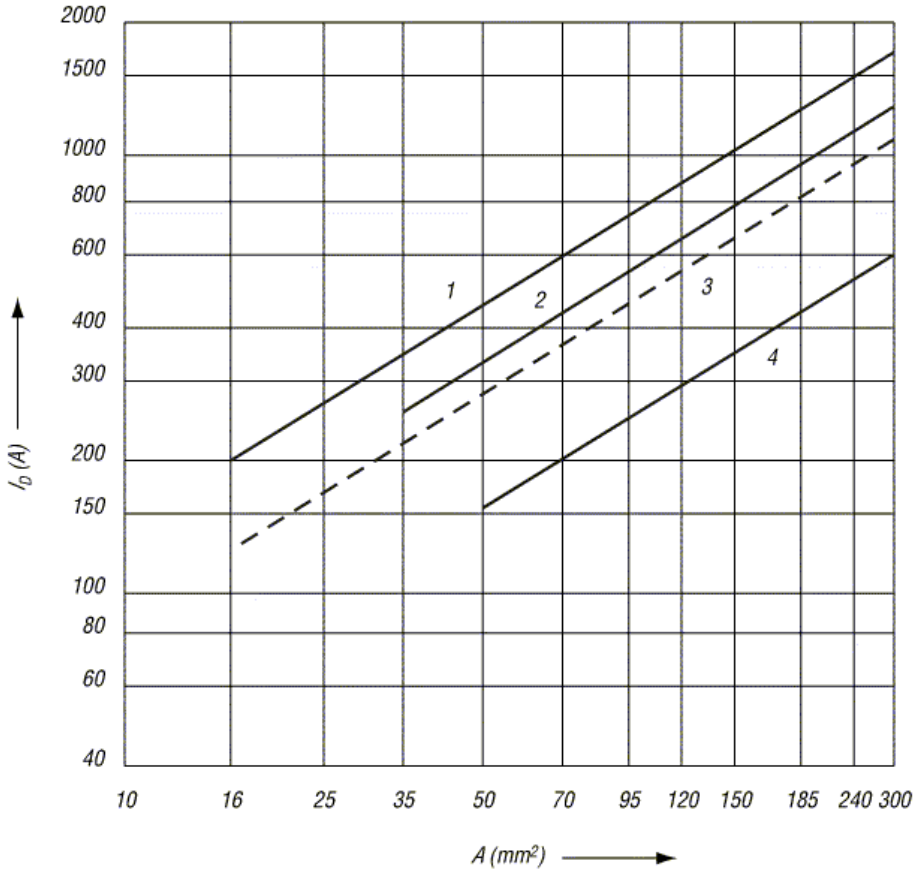
Tabel 5.8. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal

Materiaal		***Aanvangs-temperatuur Θ_i [°C]***	***Eind-temperatuur Θ_f [°C]***
Mechanisch niet belaste draden	Blank koper	20	300
	Blank gegalvaniseerd koper	20	300
	Blank aluminium	20	300
	Blank gegalvaniseerd staal	20	300
Luchtlijnen	Blank koper	20	170
	Aluminium legering	20	170
	Aluminium – staal	20	150
	Aluminium legering – staal	20	150
Blank vertind koper		20	150
Koper met een loden mantel		20	150
Voormelde materialen met een mantel uit:			
Polyvinylchloride (PVC)		20	160
Rubber		20	220
Vernet Polyethyleen (VPE)		20	250
Ethyleen – Propyleen Rubber (EPR)		20	250
Silicone Rubber (SIR)		20	350

Voor een duur groter dan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van één van de grafieken van de *figuren 5.19* en *5.20.* De rechten 1, 2 en 4 hebben betrekking op een eindtemperatuur van 300 °C. De rechte 3 heeft betrekking op een eindtemperatuur van 150 °C. Wanneer de na te leven eindtemperatuur verschillend is van 300 °C dient de correctiefactor, bepaald in *tabel 5.9.* te worden toegepast op de uit de grafiek van de *figuren 5.19.* en *5.20.* afgelezen stroomsterkte.

De waarden van de *figuren 5.19.* en *5.20.* en van *tabel 5.9.* gelden niet voor mechanisch belaste geleiders; voor laatst vermelde worden ze bepaald door berekening.

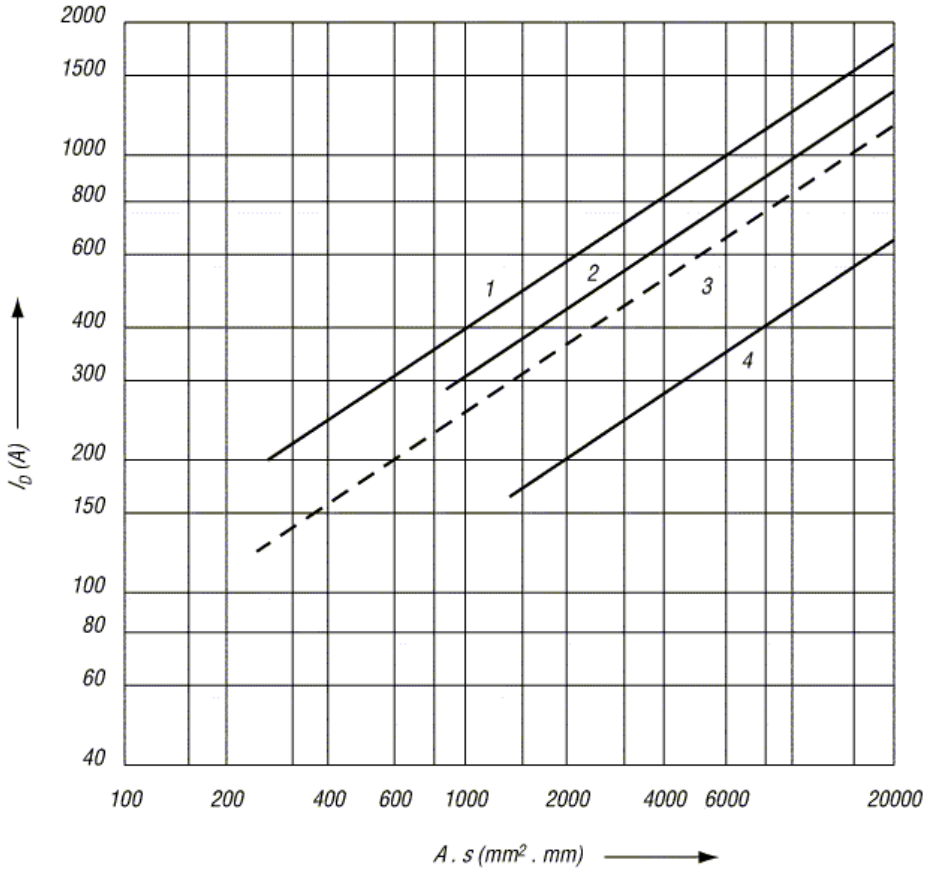
Figuur 5.19. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm²)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C.

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Figuur 5.20. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Tabel 5.9. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur

Eindtemperatuur Θ_f [°C]	*Correctiefactor*
400	1,2
350	1,1
300	1,0
250	0,9
200	0,8
150	0,7
100	0,6

Afdeling 5.4.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen

Onderafdeling 5.4.2.1. Algemeenheden

Een aardverbinding kan worden verwezenlijkt door een of meerdere horizontale, verticale of schuine aardelektroden aan te brengen in de aardbodem.

De horizontaal aangebrachte aardelektroden bevinden zich op een diepte van minimum 0,6 m onder het aardoppervlak.

Voor wat betreft de verticaal of schuin aangebrachte aardelektroden, wordt alleen het nuttig gedeelte in rekening genomen. Ze zijn aangebracht op een onderlinge afstand die minimum gelijk is aan hun lengte.

Wanneer verschillende materialen die galvanische koppels kunnen vormen met elkaar moeten worden verbonden dienen deze materialen op de plaats van hun verbinding(en), te worden beschermd door duurzame middelen tegen het contact met de elektrolyten uit hun omgeving.

De aardverbinding mag met geen enkel in de aarde aangebracht vreemd metalen deel in contact zijn.

Onderafdeling 5.4.2.2. Kenmerken

a. Materiaalkeuze en minimale afmetingen

Uitgezonderd voor de bijzondere gevallen vermeld in *b.6.1.*, zijn de aardelektroden vervaardigd uit een materiaal dat vermeld is in de *tabel 5.10.*

Hun minimale afmetingen, in functie van het materiaal en het type elektrode, voldoen aan de waarden vermeld in dezelfde tabel.

Tabel 5.10. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden

Materiaal	***Type aardelektrode***	***Minimale afmetingen***				
		Kern			***Bedekking/Mantel***	
		Diameter [mm]	***Doorsnede [mm²]***	***Dikte [mm]***	***Individuele waarde [µm]***	***Gemiddelde waarde [µm]***
Staal						
Thermisch gegalvaniseerd	Banden (2)		90	3	63	70
	Profielvormig		90	3	63	70
	Buizen	25		2	47	55
	Ronde staven	16			63	70
	Ronde draden	10				50
Met loden mantel	Ronde draden	8			1000	
Met geëxtrudeerde koperen mantel	Ronde staven	15			2000	
Met elektrolytisch aangebrachte mantel	Ronde staven	14,2			90	100
Koper						
Blank	Banden (2)		50	2		
	Ronde draden		25			
	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25			
	Buizen	20		2		
Vertind	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1	5
Gegalvaniseerd	Banden		50	2	20	40
Met loden mantel	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1000	
	Ronde draden		25		2000	

(1) Waarde voor iedere draad
(2) Banden, gelamineerd of uitgesneden, met afgeronde hoeken

b. Uitvoering

De aardverbinding wordt verwezenlijkt volgens een van de hierna vermelde uitvoeringswijzen of een combinatie ervan:

b.1. Ofwel een aardingslus met een lengte van minstens 8 m in contact met de grond en in een sleuf geplaatst. Indien de hoogspanningsinstallatie zich in een gebouw bevindt, wordt de lus onder de buitenwanden van het gebouw geplaatst.
De beide uiteinden van de lus worden aangesloten op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.2. Ofwel ten minste vier aardingsstaven met een nuttige lengte van minimum 1,5 m, verticaal of schuin naar buiten ingedreven (max. 45° t.o.v. de verticale) aan de buitenkant van de constructie en regelmatig over de omtrek van deze constructie verdeeld. Deze staven worden onderling verbonden door middel van een aardingslus waarvan beide uiteinden aangesloten worden op een aardingsonderbreker, opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.3. Ofwel een diepte-aardelektrode, met een ingedreven lengte van minimum 6 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.4. Ofwel een horizontale aardelektrode met een nuttige lengte van minstens 8 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.5. Ofwel een gemaasd net met een oppervlakte groter dan 200 m^2 en samengesteld uit ten minste 9 mazen. Deze mazen hebben zijden van maximum 10 m en worden bij voorkeur geplaatst onder de zone ingenomen door de hoogspanningsinstallatie.
Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.3.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór de ingebruikname.

b.6. Bijzonder geval
1. De aardverbinding van de elektrische installaties van de spoorwegen langsheen de spoorlijnen en waarvan de nominale spanning 1100 V wisselspanning niet overschrijdt, mag samengesteld zijn uit een geheel van onderling elektrisch verbonden stalen palen ingegoten in een betonmassief dat in direct contact is met de aarde voor zover dat:
   - het contactoppervlak tussen paal en beton, gelegen minstens 30 cm onder het maaiveld, minstens 5000 cm^2 bedraagt per paal;
   - het aantal palen minstens 30 bedraagt;
   - de minimumafstand tussen 2 palen 10 m bedraagt.
2. De aardverbinding van de niet-huishoudelijke elektrische installaties mag samengesteld zijn uit heipalen van gewapend beton dat in direct contact is met de aarde, voor zover dat:
   - het aantal heipalen minstens 4 bedraagt;
   - de nuttige lengte ten minste 10 m bedraagt;
   - de afstand tussen deze 4 palen ten minste 6 m bedraagt;
   - de diameter van de heipalen ten minste 35 cm bedraagt;
   - de bewapening van de verschillende heipalen onderling elektrisch verbonden zijn.

   Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.3.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór het gieten van de betonplaat.

Onderafdeling 5.4.2.3. Globale aarding

a. Algemeen principe

De globale aarding maakt het mogelijk de potentiaalstijgingen van de lokale aardingen te beperken door een betere spreiding van de aardfoutstroom.

De globale aarding wordt bekomen door:
- hetzij een voldoende lengte aan kabels met aardingseffect;
- hetzij een voldoende aantal via beschermingsgeleiders met elkaar verbonden lokale hoogspanningsaardingsinstallaties;
- hetzij een combinatie van beide voorvermelde mogelijkheden.

b. Voorwaarden waaraan een globale aarding moet voldoen

Een globale aarding moet voldoen aan een van de voorwaarden *b.1.* of *b.2.* of *b.3.*, hierna vermeld:

b.1.
- de lokale HS-aardingsinstallaties worden verbonden met de kabels met aardingseffect;
- de som van de lengten van deze kabels bedraagt ten minste 1 km, de gemeenschappelijke trajecten tellen slechts eenmaal;

b.2 ten minste 20 lokale HS-aardingsinstallaties zijn gekoppeld;

b.3. combinatie van de voorwaarden *b.1.* en *b.2.* waarbij aangenomen wordt dat één lokale aardingsinstallatie gelijkwaardig is aan 50 m kabel met aardingseffect.

De kabels met aardingseffect moeten niet noodzakelijk een doorlopend geheel vormen maar mogen onderling worden verbonden door de beschermingsgeleiders van andere kabeltypes of van bovengrondse lijnen. De gemiddelde lengte (L) van deze beschermingsgeleiders die dienen om de lokale aardingsinstallaties en/of stukken kabel met aardingseffect onderling te verbinden moeten beantwoorden aan de volgende formule:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16\,mm^2}\ (m)$$

S_m = gewogen gemiddelde van de doorsnede volgens de lengte van de beschermingsgeleiders van de verbindingskabels en uitgedrukt in mm^2 doorsnede gelijkwaardig koper.

Indien de onderlinge koppeling verscheidene kabels in parallel omvat, zal daarmee rekening worden gehouden bij de berekening van S_m.

De elektrische continuïteit van de metalen delen van de mantels en van de beschermingsgeleiders wordt verzekerd ter hoogte van de verbindingen, van de schakelposten, van de omvormposten en van de steunen.

c. Gebruik van de globale aarding van het bovenliggende distributienet

Op aanvraag van de uitbater van een hoogspanningsinstallatie aangesloten aan een ander bovenliggende verdeelnet, zal de uitbater van dit bovenliggende verdeelnet bevestigen dat de betrokken installatie al dan niet zal geïntegreerd worden in een net met globale aarding.

Afdeling 5.4.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders

Mogen als beschermingsgeleiders worden gebruikt:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die in dezelfde elektrische leiding zijn ondergebracht als de actieve geleiders van een installatie voor zover ze op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de voornoemde actieve geleiders;
- metalen mantels, omvlechtingen, pantseringen en schermen, al of niet geïsoleerd, van elektrische leidingen, waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap;
- metalen structuren waarop de hoogspanningstoestellen bevestigd zijn op voorwaarde dat bijzondere voorzorgen worden genomen om:
  1. de elektrische continuïteit te verzekeren d.m.v. een aangepast contactoppervlak;
  2. de elektrische continuïteit niet in gevaar te brengen door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging en door verwarming veroorzaakt door de te voorziene maximale foutstroom tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De doorsnede van de beschermingsgeleider moet zodanig zijn dat de geleider zonder beschadiging door verhitting, de te verwachten maximale foutstroom verdraagt tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen. Voor de onafhankelijke geleiders is de minimumdoorsnede:
- 16 mm^2 voor koperen geleiders bij opbouw of ingesloten in beton;
- 35 mm^2 voor koperen geleiders, bij inbouw of ingegraven, niet beschermd tegen corrosie;
- 50 mm^2 voor aluminium of stalen geleiders.

De aarding van zekere metalen delen, zoals leuningen, mag echter verwezenlijkt worden door middel van een koperen beschermingsgeleider met een minimumdoorsnede van 4 mm^2.

De doorsnede voor de aarding van een punt van de secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is ten minste gelijk aan 2,5 mm^2 voor koperen geleiders. Indien de aarding uitgevoerd is met een beschermingsgeleider zonder mechanische bescherming is de doorsnede van de beschermingsgeleider ten minste 4 mm^2 in koper.

Onderafdeling 5.4.3.3. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

Onafhankelijke aluminium geleiders, blank of geïsoleerd mogen noch ingegraven noch verzonken worden geplaatst.

Onderafdeling 5.4.3.4. Merken van de geleiders

De beschermingsgeleider, al of niet ingesloten in een kabel, moet gemerkt worden op de wijze voorgeschreven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde

norm of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Onderafdeling 5.4.3.5. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel

De massa's van alle elektrische machines en toestellen moeten worden verbonden met een beschermingsgeleider zoals voorzien in *onderafdeling 5.4.3.1.*

Indien metalen gebinten van een hoogspanningsschakelcombinatie als beschermingsgeleider worden gebruikt moeten deze, die een functionele eenheid vormen (bijvoorbeeld cellen), bovendien worden verbonden met een doorlopende koperen beschermingsgeleider waarop andere beschermingsgeleiders kunnen worden aangesloten.

Dit voorschrift is niet van toepassing op de metalen vasthechtingselementen van isolatoren.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

Deel 6. Controles van installaties

HOOFDSTUK 6.1. INLEIDING 103

HOOFDSTUK 6.2. TOEPASSINGSGEBIED 103

HOOFDSTUK 6.3. ERKENDE ORGANISMEN 103
Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning 103
Afdeling 6.3.2. Definities 103
Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden 103
Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden 103
Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval 104
Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure 104
Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning 104
Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers 105
Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria 105
Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht 106
Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties 106
Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten 107

HOOFDSTUK 6.4. GELIJKVORMIGHEIDSCONTROLE VÓÓR DE INGEBRUIKNAME 107
Afdeling 6.4.1. Algemeenheden 107
Afdeling 6.4.2. Administratieve controles 107
Afdeling 6.4.3. Visuele controles 107
Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving 107
Afdeling 6.4.5. Controles door meting 107
Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden 107
Onderafdeling 6.4.5.2. Controle van de aardingsinstallaties 108
Afdeling 6.4.6. Verslagen 108
Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden 108
Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van een nieuwe elektrische installatie 108
Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar 108
Onderafdeling 6.4.6.4. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole 108

HOOFDSTUK 6.5. CONTROLEBEZOEKEN 109
Afdeling 6.5.1. Algemeenheden 109
Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken 109
Afdeling 6.5.3. Administratieve controles 109
Afdeling 6.5.4. Visuele controles 109
Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving 109
Afdeling 6.5.6. Controles door meting 109
Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden 109
Onderafdeling 6.5.6.2. Controle van de aardingsinstallaties 109
Afdeling 6.5.7. Verslagen 110
Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden 110
Onderafdeling 6.5.7.2. Inhoud van het verslag van het controlebezoek 110

Hoofdstuk 6.1. Inleiding

Dit deel betreft de controles volgens de voorschriften van dit Boek, de op te stellen verslagen bij deze controles, evenals de voorwaarden waaraan de erkende organismen moeten voldoen.

Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied

De controles hebben betrekking op elektrische hoogspanningsinstallaties met uitzondering van de gebruikstoestellen op hoogspanning die door een laagspanningsnet gevoed worden en waarvan het vermogen van het hoogspanningsgedeelte 500 VA niet overtreft. Voor de ontladingslampen van lichtgevende uithangborden echter wordt de limiet van 500 VA verlaagd tot 200 VA.

Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen

Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning

Organismen worden erkend door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, voor het uitvoeren:

- van de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en van de controlebezoeken van de elektrische installaties zoals voorzien in *hoofdstukken 6.4.* en *6.5.*;
- van de controles van de elektrische installaties zoals voorzien in hoofdstuk V van boek III, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen,

en dit overeenkomstig de bepalingen van dit hoofdstuk.

Afdeling 6.3.2. Definities

Technisch verantwoordelijke: een binnen het erkend organisme aangeduid persoon die belast is met de technische leiding van het erkend organisme;

Habilitatieverklaring: schriftelijke verklaring van het erkend organisme waarbij het de geschiktheid van een agent-bezoeker erkent om in één of meerdere gespecificeerde activiteitsdomeinen autonoom gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of controlebezoeken uit te voeren;

Minister: de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft;

Bestuur: de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie;

Commissie: de Commissie van Advies en Toezicht voorzien in *afdeling 6.3.8.*;

Toezichthoudende overheden: de overheden bedoeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.9*.

Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden

Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden

a) Het erkend organisme moet:
   - rechtspersoonlijkheid hebben onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk;
   - geaccrediteerd zijn overeenkomstig de criteria van de norm NBN EN ISO/IEC 17020 door het Belgisch accreditatiesysteem bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek VIII, Titel 2. *Accreditatie van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling* of door een equivalent accreditatieorganisme binnen de Europese Economische Ruimte. Deze accreditatie beoogt de kennis van de Belgische reglementering van toepassing op elektrische installaties vast te stellen;
   - beantwoorden als keuringsinstelling van type A aan de eisen er op van toepassing volgens de norm NBN EN ISO/IEC 17020.

b) De technisch verantwoordelijke:
   - is houder hetzij van een diploma van burgerlijk of industrieel ingenieur hetzij van een diploma van master in de ingenieurswetenschappen of master in de industriële wetenschappen uitgereikt door een Belgische inrichting van hoger onderwijs of houder van een buitenlands diploma dat erkend werd als gelijkwaardig overeenkomstig de ter zake van toepassing zijnde reglementering;
   - beschikt over een aangepaste wetenschappelijke en beroepservaring om het erkend organisme met de nodige deskundigheid te kunnen leiden.

c) De technisch verantwoordelijke en de agenten-bezoekers moeten met het erkend organisme verbonden zijn door middel van een arbeidsovereenkomst van onbepaalde duur.

Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval

a) De controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst of in een rechtspersoon van publiek recht, die niet zijn opgericht onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk, moeten aan de erkenningsvoorwaarden van *punten a.*, tweede streepje en *b.* tot c. van *onderafdeling 6.3.3.1.* voldoen.
b) Voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst is de erkenningsvoorwaarde van *punt* c. van onderafdeling *6.3.3.1.* niet van toepassing.

Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure

a) De aanvraag tot erkenning wordt gericht aan het Bestuur per aangetekend schrijven. Zij heeft betrekking op één of meer van de hiernavolgende activiteitsdomeinen:
   - huishoudelijke installaties op lage en zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;
   - installaties in zones met ontploffingsgevaar bedoeld in de Boeken 1, 2 en 3;
   - installaties op laagspanning en zeer lage spanning niet omschreven in de voornoemde domeinen bedoeld in de Boeken 1 en 3;
   - hoogspanningsinstallaties (uitgezonderd hoogspanningsluchtlijnen) bedoeld in de Boeken 2 en 3;
   - hoogspanningsluchtlijnen (uitgezonderd de controle door thermografie bedoeld in Boek 3) bedoeld in het Boek 3;
   - controle door thermografie van hoogspanningsluchtlijnen bedoeld in Boek 3

b) Bij de aanvraag worden de volgende documenten gevoegd:
   1. het afschrift van het diploma van de technisch verantwoordelijke;
   2. het curriculum vitae van de technisch verantwoordelijke;
   3. het afschrift van de statuten van het organisme;
   4. het afschrift van het accreditatiecertificaat en het bijhorende accreditatiedomein;
   5. een verklaring dat de burgerlijke aansprakelijkheid van het organisme zal worden gedekt door een verzekeringscontract. Na het verkrijgen van de erkenning, en vóór aanvang van de controlewerkzaamheden, dient het bewijs van deze dekking aan het bestuur te worden voorgelegd;
   6. de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.*

c) Om te oordelen of het organisme over de nodige bekwaamheid beschikt voor het uitvoeren van de controles, kan het bestuur audits laten uitvoeren door zijn deskundigen.

d) De erkenningsaanvraag wordt onderzocht door het bestuur dat binnen zestig dagen een advies uitbrengt:
   - in geval van gunstig advies wordt de aanvrager hierover ingelicht en het dossier wordt aan de Commissie overgemaakt;
   - in geval van ongunstig advies wordt de aanvrager hiervan bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij het bestuur bij aangetekend schrijven een gemotiveerde aanvraag tot heronderzoek in te dienen. Indien binnen deze termijn dit heronderzoek niet werd aangevraagd, wordt het dossier als afgesloten beschouwd. In het tegenovergestelde geval wordt het dossier overgemaakt aan de Commissie.

   De Commissie brengt binnen zestig dagen na ontvangst van het dossier haar advies uit. Indien deze termijn overschreden wordt, wordt de Commissie geacht zich aan te sluiten bij het advies van het Bestuur.

e) In geval van gunstig advies van de Commissie legt het bestuur het voorstel tot erkenning binnen dertig dagen, voor beslissing, voor aan de Minister.

f) In geval van ongunstig advies van de Commissie wordt de aanvrager hiervan binnen de dertig dagen bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij de Minister bij aangetekend schrijven een vraag tot nieuw onderzoek in te dienen. Het Bestuur brengt zijn advies over dit beroep uit en maakt het dossier binnen zestig dagen voor beslissing over aan de Minister.

g) De erkenningsduur is beperkt tot vijf jaar. De erkenning is hernieuwbaar overeenkomstig *afdeling 6.3.5.*

Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning

De aanvraag tot hernieuwing van de erkenning wordt bij aangetekend schrijven gericht aan het bestuur ten minste zes maanden voor het verstrijken van de geldigheidstermijn van de erkenning. Zij omschrijft het activiteitsdomein en bevat de lijst van de gehabiliteerde agenten-bezoekers.

De procedure van de *punten c., d., e., f.* en *g.* van *afdeling 6.3.4.* is erop van toepassing.

Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers

a) Het erkend organisme adresseert aan het bestuur de habilitatieverklaring van elke nieuwe agent-bezoeker evenals bij de uitbreiding van het activiteitsdomein van een in functie zijnde agent-bezoeker.

b) Voor de nieuwe agenten-bezoekers worden bij de verklaring de volgende documenten gevoegd:
   - het afschrift van hun einddiploma;
   - hun curriculum vitae;
   - het afschrift van het aanwervingscontract (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst).

c) Het bestuur kan vragen dat de agent-bezoeker het bewijs levert dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een bevoegdheidsverklaring werd neergelegd. Het bestuur houdt zicht het recht voor tot het afnemen van schriftelijke of mondelinge evaluatie bij de agent-bezoeker om te oordelen dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een habilitatieverklaring werd neergelegd.

d) In geval van ongunstige beoordeling van de agent-bezoeker bedoeld in het hiervoor vermeld *punt* c., deelt het bestuur het erkend organisme binnen dertig dagen de opschorting van de verklaring mede. Het erkend organisme kan voor deze kandidaat slechts een nieuwe habilitatieverklaring indienen na een termijn van negentig dagen.

e) Indien de met het toezicht belaste ambtenaren en beambten vaststellen dat een agent-bezoeker de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoert, kan het bestuur bij het erkend organisme bemiddelen teneinde de nodige correctieve maatregelen te treffen.

Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria

a) De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan het bestuur de volgende inlichtingen te verstrekken:
   1. elke wijziging van de statuten (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst);
   2. elke vervanging van de technisch verantwoordelijke met bijvoeging van de documenten beoogd in de *punten b.1.* en *b.2. van afdeling 6.3.4.*;
   3. elke wijziging of intrekking van het accreditatiecertificaat.

   Deze elementen dienen binnen zeven dagen na hun verwezenlijking te worden verstrekt.

b) De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan de Commissie jaarlijks, ten laatste op 1 april, de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun kwalificatie volgens de activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.4.* voor te leggen evenals een uitvoerig rapport betreffende:
   - hun controleactiviteiten, inzonderheid het totaal aantal controles uitgevoerd per activiteitsdomein;
   - hun activiteiten inzake vorming en voorlichting;
   - elke wijziging die zou zijn aangebracht zowel aan de innerlijke organisatie van het organisme als aan hun naar buiten gerichte werking;
   - de genoteerde klachten op het technisch vlak;
   - de werking en de samenstelling van de leidinggevende en beheersorganen van de organismen en over de beslissingen tijdens het afgelopen jaar in hun instelling getroffen op het gebied van het Welzijn op het werk, evenals over het gevolg dat gegeven werd aan de adviezen en suggesties die door de Commissie werden uitgebracht in uitvoering van haar opdracht.

c) De erkende organismen zijn ertoe gehouden:
   - vrije toegang te verlenen tot hun lokalen aan de ambtenaren en beambten die belast zijn met het toezicht;
   - alle documenten en gegevens die deze ambtenaren en beambten toelaten de werking van het organisme te beoordelen, ter beschikking te stellen;
   - op aanvraag, deze documenten of een kopie ervan aan deze ambtenaren en beambten toe te vertrouwen;
   - voor de controle van huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning die ze controleren en die conform met de voorschriften van dit Boek worden verklaard, een databank te houden die de volgende elementen bevat:
     1. het adres van de installatie die wordt bezocht, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis, appartement, andere…), huishoudelijke werkeenheid,

gemeenschappelijke delen van een residentiële eenheid;
2. naam, voornaam en adres van de eigenaar van de gecontroleerde elektrische installatie;
3. datum en aard van de uitgevoerde controle (gelijkvormigheid, periodiek, verzwaring van de aansluiting, overdracht van eigendom);
4. de EAN-code die toelaat iedere installatie op een eenduidige wijze te identificeren.

Deze gegevens zijn te bewaren gedurende een periode van ten minste 30 jaar.

d) De toezichthoudende overheden mogen de contracten gesloten tussen de organismen en hun cliënten en de eventuele onderaannemers inzien.

e) De erkende organismen zijn ertoe gehouden voor de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en voor de controlebezoeken de schriftelijke instructies na te leven die worden gegeven door de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en door de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft en dit ieder wat hem betreft.

Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht

a) Bij de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, wordt een Commissie van Advies en Toezicht opgericht die als taak heeft:
- advies uit te brengen overeenkomstig de bepalingen van *punt d.* van *afdeling 6.3.*4. en *punt d.* van *afdeling 6.3.9.*;
- adviezen en voorstellen over de werking van de erkende organismen uit te brengen;
- toezicht uit te oefenen op de activiteiten van de erkende organismen in het kader van *dit hoofdstuk*.

b) De Commissie bestaat uit negen leden en evenveel plaatsvervangende leden en is als volgt samengesteld:
- drie afgevaardigden van de meest representatieve werkgeversorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
- drie afgevaardigden van de meest representatieve werknemersorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
- drie afgevaardigden van de toezichthoudende overheden, waarvan twee van de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en één van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.

c) De afgevaardigden van de toezichthoudende overheden en hun plaatsvervangers worden door de betrokken Ministers benoemd; die van de organisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk, door de Minister die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.

d) Het voorzitterschap en het secretariaat van de Commissie worden waargenomen door het bestuur.

Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties

a) Het toezicht op de erkende organismen inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk wordt uitgeoefend door de ambtenaren en beambten van het bestuur.
De vaststellingen gedaan inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk door de ambtenaren en beambten van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft tijdens het toezicht uitgeoefend in het kader van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, worden aan het bestuur overgemaakt.

b) Indien het bestuur vaststelt dat het erkend organisme niet meer voldoet aan één van de voorwaarden van *onderafdeling 6.3.3.1.* of zich niet houdt aan één van de verplichtingen van *afdeling 6.3.7.*, of indien bij herhaling wordt vastgesteld dat de agenten-bezoekers de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoeren, stelt het een termijn vast die niet langer dan drie maanden mag zijn binnen dewelke het organisme zich in regel moet stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld.

c) Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt b.* bedoelde termijn, stelt het bestuur een nieuwe termijn vast die niet langer dan zes maanden mag zijn waarbij de erkenning van het organisme voorlopig wordt geschorst en binnen dewelke het organisme zich nog in regel mag stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld (opschorting en het in orde brengen).

d) Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt c.* bedoelde termijn, wordt de Commissie hiervan in kennis gesteld om een advies aan de Minister uit te brengen. De Minister kan op voorstel van de Commissie de erkenning van het organisme intrekken. Kennisgeving ervan wordt aan het erkend organisme na beslissing van de Minister.

e) De erkenning wordt ambtshalve ingetrokken bij stopzetting of overdracht van de activiteiten van het erkend organisme.

Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten

a) De federale overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.

b) De gewestelijke overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door hun eigen controlediensten of door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.

c) Het Ministerie van Defensie kan de elektrische installaties waarvan het eigenaar, beheerder of huurder is laten controleren door zijn eigen controledienst.

d) De Belgische Spoorwegen kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar of beheerder zijn, laten controleren door hun eigen controledienst.

Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

Afdeling 6.4.1. Algemeenheden

Elke hoogspanningsinstallatie, zelfs deze die gevoed wordt door een privé installatie, moet het voorwerp zijn van een gelijkvormigheidscontrole inzake de voorschriften van dit Boek, voor de ingebruikname van deze installatie of bij iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding aan de bestaande elektrische installatie.

De gelijkvormigheidscontroles worden ter plaatse uitgevoerd, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid die hiervoor bevoegd of ermee belast is volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3.*

De gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties moet buiten spanning gebeuren en omvat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Afdeling 6.4.2. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.4.3. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.4.5. Controles door meting

Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van bijkomende controle door meting vaststellen.

Onderafdeling 6.4.5.2. Controle van de aardingsinstallaties

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen
- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij de gelijkvormigheidscontrole wordt de aardingsweerstand R_E gemeten.

Afdeling 6.4.6. Verslagen

Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden

Na de gelijkvormigheidscontrole moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.4.6.4.* Dit verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die de genoemde gelijkvormigheidscontrole heeft uitgevoerd.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet ook haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van een nieuwe elektrische installatie

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische hoogspanningsinstallatie vanaf een elektriciteitsnet op hoogspanning uitgebaat door een netbeheerder, verzekert de netbeheerder of de persoon, die hij hiervoor gemandateerd heeft, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar

Specifieke voorschriften voor verslagen van installaties in zones met explosiegevaar worden in *hoofdstuk 7.1.* opgelegd.

Onderafdeling 6.4.6.4. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken

Afdeling 6.5.1. Algemeenheden

Elke hoogspanningsinstallatie, zelfs deze die gevoed wordt door een privé installatie, moet ter plaatse aan een controlebezoek onderworpen worden, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid hiervoor bevoegd of ermee belast volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3*.

Het controlebezoek heeft betrekking op het behoud van de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek. De elektrische installatie moet buiten spanning kunnen worden gesteld gedurende het controlebezoek.

Het controlebezoek bevat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie het voorwerp uit te maken van jaarlijkse controlebezoeken.

Afdeling 6.5.3. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.5.4. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.5.6. Controles door meting

Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van bijkomende controle door meting vaststellen.

Onderafdeling 6.5.6.2. Controle van de aardingsinstallaties

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen
- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die

gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij het eerste controlebezoek wordt de aardingsimpedantie Z_E gemeten. Het resultaat van de meting voldoet als Z_E lager blijft dan de toegelaten maximale waarde van R_E.

Indien de waarde van Z_E kleiner is dan 1 Ω en voor zover er een verbinding bestaat met andere aardingsinstallaties, dan dient tijdens de volgende controlebezoeken een controlemeting van de lusimpedantie Z_{EB} te gebeuren. Deze meting mag worden uitgevoerd met een al of niet losgekoppelde aardgeleider.

De waarde Z_{EB} moet groter zijn dan Z_E en kleiner dan de grootste van de twee limieten:
- initiële waarde van R_E + 1 Ω; of
- initiële waarde van R_E + 50 %.

In geval van overschrijding dient R_E opnieuw te worden gemeten en de continuïteit van de aardingsinstallatie nagegaan te worden door het meten van Z_{EB}.

Indien de waarde van Z_E groter is dan of gelijk is aan 1 Ω dan dient R_E gemeten te worden. Tijdens de volgende controlebezoeken wordt de procedure hernomen.

Afdeling 6.5.7. Verslagen

Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.5.7.2.* Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet ook haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.5.7.2. Inhoud van het verslag van het controlebezoek

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten

HOOFDSTUK 7.1. BESCHERMING TEGEN EXPLOSIEGEVAAR IN EXPLOSIEVE ATMOSFEREN 113
Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied 113
Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities 113
Afdeling 7.1.3. Algemene preventiemaatregelen 113
Afdeling 7.1.4. Indeling gevaarlijke ruimten.....113
Afdeling 7.1.5. Vaststelling van de zones.....114
Afdeling 7.1.6. Documenten 114
Afdeling 7.1.7. Keuze van de elektrische machines en toestellen en hun beveiligingssystemen 115
Afdeling 7.1.8. Installeren van elektrisch materieel 116
Onderafdeling 7.1.8.1. Algemeenheden 116
Onderafdeling 7.1.8.2. Installeren en onderhouden van elektrische machines en toestellen 116
Onderafdeling 7.1.8.3. Herstelling van elektrische machines en toestellen.....117
Onderafdeling 7.1.8.4. Installeren van elektrische leidingen 117
Onderafdeling 7.1.8.5. Beschermingstoestellen tegen foutstromen 118
Onderafdeling 7.1.8.6. Elektrische noodonderbreking.....119
Afdeling 7.1.9. Bescherming tegen temperatuurverhoging en vonkvorming 119
Onderafdeling 7.1.9.1. Algemeenheden 119
Onderafdeling 7.1.9.2. Lek- of foutstromen 119
Onderafdeling 7.1.9.3. Potentiaalvereffening.....119
Onderafdeling 7.1.9.4. Galvanisch contact 119
Onderafdeling 7.1.9.5. Elektrostatische ontladingen 119
Onderafdeling 7.1.9.6. Kathodische bescherming 120
Afdeling 7.1.10. Uitzonderingen in verband met de keuze van het materieel 120

Hoofdstuk 7.1. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.1.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de elektrische installaties in de hierna gedefinieerde gevaarlijke ruimten.

Deze bepalingen zijn niet van toepassing op het gebruik van gastoestellen waarop de voorschriften van het koninklijk besluit van 3 juli 1992 betreffende het op de markt brengen van gastoestellen van toepassing zijn, in die zin dat deze gastoestellen zelf niet beschouwd worden als emissiebronnen die een explosieve atmosfeer kunnen veroorzaken.

Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities

Atmosferische omstandigheden: omgevingsomstandigheden waarbij de druk kan variëren tussen 80 kPa (0,8 bar) en 110 kPa (1,1 bar) en de temperatuur tussen −20 °C en +40 °C (gas) en + 60 °C (stof) en waar het zuurstofgehalte 21 ± 1 volumeprocent bedraagt.

Explosieve atmosfeer: een mengsel van lucht en ontvlambare substanties in de vorm van gas, dampen, nevels of stofdeeltjes, onder atmosferische omstandigheden waarin de verbranding zich na ontsteking uitbreidt tot het gehele niet-verbrande mengsel.

Gevaarlijke ruimte: een ruimte in dewelke een explosieve atmosfeer aanwezig is of aanwezig kan zijn in die mate dat bijzondere voorzorgen dienen genomen te worden voor de bouw, de installatie en het gebruik van elektrisch materieel, om de bescherming van personen en goederen te verzekeren tegen de gevaren welke inherent zijn aan een explosieve atmosfeer.

Niet-gevaarlijke ruimte: een ruimte in dewelke geen explosieve atmosfeer in voldoende hoeveelheid verwacht wordt om het nemen van bijzondere voorzorgen noodzakelijk te maken voor de bouw, de installatie en het gebruik van elektrisch materieel.

Emissiebron: punt of plaats waar zich een emissie van een ontvlambare substantie kan voordoen. Lagen, afzettingen en ophopingen van brandbaar stof worden eveneens als emissiebronnen beschouwd.

Afdeling 7.1.3. Algemene preventiemaatregelen

In de gevaarlijke ruimten of in hun nabijheid worden maatregelen getroffen om:
- de gevaarlijke ruimten en hun uitgestrektheid tot een strikt minimum te beperken;
- het gebruik van elektrisch materieel in deze ruimten zo veel als mogelijk te beperken;
- te vermijden dat het elektrisch materieel aanleiding zou geven tot de ontsteking van de eventueel aanwezige explosieve atmosfeer;
- de storingen en incidenten te beperken welke aanleiding kunnen geven tot een explosieve atmosfeer.

De storingen en de incidenten die het ontstaan van een explosieve atmosfeer kunnen veroorzaken worden ingedeeld als al dan niet deel uitmakend van het normaal bedrijf, op basis van de elementen van de risicoanalyse en de risico-evaluatie, in het bijzonder op basis van hun frequentie en de duur tijdens welke elk van deze explosieve atmosferen kan blijven bestaan.

Afdeling 7.1.4. Indeling gevaarlijke ruimten

Gevaarlijke ruimten worden op basis van de frequentie en duur van het optreden van een explosieve atmosfeer als volgt in zones ingedeeld:

Zone 0: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk aanwezig is.

Zone 1: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf waarschijnlijk af en toe aanwezig kan zijn.

Zone 2: een ruimte waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer, bestaande uit een mengsel van brandbare stoffen in de vorm van gas, damp of nevel met lucht, onder normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en waar, wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

Zone 20: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht voortdurend, gedurende lange perioden of herhaaldelijk, aanwezig is.

Zone 21: een ruimte waar een explosieve atmosfeer, in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht, in normaal bedrijf af en toe aanwezig kan zijn.

Zone 22: een ruimte waar de aanwezigheid van een explosieve atmosfeer in de vorm van een wolk brandbaar stof in lucht bij normaal bedrijf niet waarschijnlijk is en wanneer dit toch gebeurt, het verschijnsel van korte duur is.

Afdeling 7.1.5. Vaststelling van de zones

Voorafgaandelijk aan de vaststelling van de zones en van hun uitgestrektheid, vergewist de uitbater zich ervan dat de gegevens die nodig zijn voor hun vaststelling, beschikbaar zijn in overeenstemming met punten *a)* tot *k)* hieronder.

Bij de indeling van de gevaarlijke ruimten wordt ten minste rekening gehouden met:

a) het type van de installatie, de aard van de activiteit en de toegepaste procedés;
b) de werkomstandigheden en de gebruikte uitrustingen;
c) de karakteristieken van de ontvlambare gasvormige substanties, in het bijzonder de concentratie, de relatieve dichtheid, de minimale ontstekingstemperatuur, de minimale ontstekingsenergie, de dampdruk, de ontploffingsgrenzen...;
d) de karakteristieken van de brandbare substanties onder de vorm van stof, in het bijzonder de korrelgrootteverdeling en hun concentratie in de lucht, de vochtigheidsgraad, de zelfontbrandingstemperatuur, de minimale ontstekingstemperatuur, de minimale ontstekingsenergie, de ontploffingsgrenzen...;
e) de plaats en de karakteristieken (debiet, frequentie en duur van de emissie...) van de emissiebronnen en de hoeveelheid geloosde brandbare substantie;
f) de aanwezigheid van hindernissen (wanden, daken...) die de verdunning en de verspreiding van de brandbare substantie kunnen beïnvloeden en de aanwezigheid van ruimten (holten, leidingen...) waarin de brandbare substantie zich kan ophopen of zich gemakkelijk kan verplaatsen;
g) de openingen in de hindernissen vermeld in *punt f.*;
h) de doeltreffendheid van de afdichtingen;
i) het drukverschil tussen:
   - de gevaarlijke ruimten;
   - de gevaarlijke ruimten en de niet-gevaarlijke ruimten;
j) lagen, ophopingen van brandbaar stof en hun cumulatief effect;
k) de kenmerken van natuurlijke en/of kunstmatige ventilatie alsook de luchtverplaatsing die de vorming van stofwolken tot gevolg kan hebben.
   Indien de kunstmatige ventilatie van belang is voor de vaststelling van de zonetypes en/of hun uitgestrektheid, dient rekening te worden gehouden met de bedrijfszekerheid ervan.
   De vaststelling van de zones en van hun begrenzing is gesteund op:
   - ofwel berekeningen;
   - ofwel metingen;
   - ofwel ervaring;
   - ofwel een combinatie van de hiervoor vermelde criteria.

Indien een technische bedrijfseenheid het voorwerp is geweest van een indeling in gevaarlijke zones, mogen geen wijzigingen aan de uitrusting, noch aan de uitbatingsprocedures worden doorgevoerd zonder voorafgaandelijk de verantwoordelijken van de indeling van de gevaarlijke zones daarover te hebben geraadpleegd.

Afdeling 7.1.6. Documenten

De gegevens welke vermeld zijn in *afdeling 7.1.5.* worden omschreven in een omstandig verslag en de geografische afmetingen van de zones worden daarenboven aangebracht op één of meerdere zoneringsplannen.

Dit zoneringsverslag vermeldt de gegevens waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Het zoneringsverslag en zoneringsplan zijn ten opzichte van elkaar identificeerbaar.

Deze documenten worden goedgekeurd en geparafeerd door de uitbater of zijn afgevaardigde en door de vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3*.

Elke wijziging van één van de parameters welke de indeling in zones heeft bepaald, geeft aanleiding tot het aanpassen van het zoneringsplan en van het zoneringsverslag, dat opnieuw wordt goedgekeurd en geparafeerd door de uitbater of zijn afgevaardigde en door de vertegenwoordiger van het erkend organisme.

Afdeling 7.1.7. Keuze van de elektrische machines en toestellen en hun beveiligingssystemen

In de gevaarlijke ruimten worden de elektrische machines en toestellen en de beveiligingssystemen gekozen overeenkomstig de categorieën bepaald (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij in het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij in het koninklijk besluit van 21 april 2016 betreffende het op de markt brengen van apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen.

Met name de volgende categorieën apparatuur worden in die zones gebruikt, mits zij geschikt zijn voor de betrokken gassen, dampen, nevels en/of het betrokken stof, naar gelang het geval:
- in zone 0 en zone 20, categorie 1-apparatuur;
- in zone 1 en zone 21, categorie 1- of categorie 2-apparatuur;
- in zone 2 en zone 22, categorie 1-, categorie 2- of categorie 3-apparatuur.

In afwijking van het eerste en het tweede lid, mogen de elektrische machines apparaten en de beveiligingssystemen die reeds vóór 30 juni 2003 in de Europese Unie voor de eerste maal in de handel werden gebracht, niet in overeenstemming zijn met de bepalingen van het koninklijk besluit van 22 juni 1999 mits zij aan elk van de drie volgende voorwaarden voldoen:
- de geïnstalleerde elektrische machines en apparaten en de beveiligingssystemen beantwoorden aan de voorschriften van het koninklijk besluit van 12 augustus 1981 tot vaststelling van de veiligheidswaarborgen die het elektrisch materieel, bestemd voor gebruik in explosieve omgeving;
- de risico-evaluatie toont aan dat ze veilig gebruikt kunnen worden;
- de risico-evaluatie is goedgekeurd door een erkend organisme dat eveneens geaccrediteerd is voor de controles van elektrische installaties in zones met explosiegevaar.

Het elektrisch materieel moet karakteristieken hebben die aangepast zijn aan de aanwezige uitwendige invloeden.

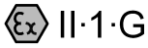
Het elektrisch materieel wordt zo gekozen dat de maximale oppervlaktetemperatuur van hun onderdelen geen aanleiding kan geven tot de ontsteking van de eventueel aanwezige stoflaag.

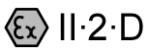
Bijzondere aandacht moet worden verleend aan mogelijke reacties van het elektrisch materieel ten opzichte van aanwezige scheikundige producten.

Bij de keuze van elektrisch materieel wordt rekening gehouden met de indicaties op de signalisatieplaat en met de gebruiksaanwijzing vermeld (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij in het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij in het koninklijk besluit van 21 april 2016, bijvoorbeeld de letters G (gas) en D (stof), de gasgroepen IIA-IIB-IIC, de temperatuurklasse T1 tot T6.

Op elke elektrische machine en toestel en elk beveiligingssysteem dienen, goed leesbaar en onuitwisbaar, ten minste de volgende gegevens te zijn aangebracht:
- de naam van de fabrikant;
- de CE-markering, gevolgd door de identificatie van de fabrikant en eventueel van de aangemelde instantie;
- de specifieke explosiebeveiligingsmarkering

  gevolgd door het symbool van de apparatengroep en de categorie, gevolgd voor apparaten van groep II door de letter «G» voor explosieve omgevingen te wijten aan de aanwezigheid van gas, damp of nevel en/of de letter «D» voor explosieve omgevingen te wijten aan de aanwezigheid van stof; voorbeelden:

  
- de onmisbare gegevens voor de gebruiksveiligheid; voorbeelden:
  - EEx de IIB, T4
  - ExtD 22 T 135°C

- «NIET OPENEN ONDER SPANNING»

Wanneer verschillende brandbare producten worden gebruikt in hetzelfde lokaal of in een zelfde deel ervan, wordt rekening gehouden met de strengste graad voor elke parameter.

Indien de explosieve atmosfeer te wijten is aan de aanwezigheid van geleidend stof (soortelijke weerstand $\leq 10^3$ Ωm) dienen de elektrische apparaten ten minste van de categorie 2D te zijn.

De uitbater moet aan de met toezicht belaste ambtenaren en aan het erkend organisme belast met de gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname de nodige documenten kunnen voorleggen zodat nagegaan kan worden of het elektrisch materieel aangepast is aan de gebruiksomstandigheden en zonder gevaar kan worden gebruikt.

Het betreft onder andere:
- voor elektrisch materieel waarvan het certificaatnummer wordt gevolgd door het achtervoegsel X, de documenten die de gebruiksvoorwaarden en/of installatiespecificaties bevatten;
- de hierboven vermelde gebruiksaanwijzing.

Afdeling 7.1.8. Installeren van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.1.8.1. Algemeenheden

Het installeren en onderhouden van elektrische machines of toestellen, gebouwd volgens één van de in *afdeling 7.1.7.* vermelde categorieën dient te geschieden door gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel dat de bijzondere vereisten voor installatie en onderhoud eigen aan dit materieel kent.

Elektrisch materieel moet zo geïnstalleerd worden dat de dissipatie van de warmte, bij normaal gebruik voortgebracht door het elektrisch materieel, niet gehinderd wordt.

Elektrisch materieel moet worden geïnstalleerd volgens de in *afdeling 7.1.7.* vermelde gebruiksaanwijzing.

Bijzondere aandacht moet worden geschonken aan het thermisch vermogen gedissipeerd door materieel zoals transformatoren, weerstanden, aansluitklemmen...

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een gevaarlijke warmteconcentratie te vermijden moet een gepast koelsysteem voorzien worden. Als voor het elektrisch materieel de toelaatbare temperaturen overschreden worden moet dit materieel buiten spanning gesteld worden.

Motoren die bij variabele frequentie en spanning worden gevoed, moeten aan een van de volgende eisen voldoen:
a) ofwel is de motor voorzien:
   - van een beveiligingsinrichting die de motor uitschakelt vóór de toelaatbare oppervlaktetemperatuur overschreden wordt, door middel van temperatuursensoren die in de motor ingebouwd zijn en in de documentatie ervan gespecificeerd worden;
   - of van andere efficiënte middelen om zijn oppervlaktetemperatuur te beperken tot een waarde die de toelaatbare oppervlaktetemperatuur niet overtreft.

   In deze gevallen hoeft de combinatie van de motor en de omvormer niet samen beproefd te worden;
b) ofwel maakt het geheel gevormd door de motor, de omvormer en de beveiligingsinrichting het voorwerp uit van een verklaring van overeenstemming.

Onderafdeling 7.1.8.2. Installeren en onderhouden van elektrische machines en toestellen

a. Algemeenheden

Elektrische machines en toestellen zijn zodanig opgesteld of afgeschermd dat de stofnederzetting zoveel mogelijk wordt beperkt en dat de reiniging gemakkelijk kan worden uitgevoerd.

Het installeren en onderhouden zijn volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd met naleving van de bepalingen van de gebruiksaanwijzing. Een bijzondere aandacht wordt besteed aan de hieronder vermelde punten.

b. Beschermingsmethode «d»

De drukvaste verbindingen (flenzen) tussen de drukvaste behuizingen (EExd) en hun verwijderbare delen (deksels) moeten zijn beschermd tegen corrosie.

Het gebruik van pakkingen is enkel toegelaten wanneer de documentatie bij het materieel hierin voorziet.

Vervanging van onderdelen (bv. bouten, kogellagers...) mag enkel geschieden d.m.v. onderdelen met dezelfde kenmerken.

c. Beschermingsmethode «e»

Voor kooiankermachines en synchrone machines die niet door een frequentieregelaar of door een softstarter zijn bestuurd moeten de keuze en de regeling van de beschermingsinrichtingen in functie van de maximale opwarmingstijd «t_E» en de aanloopstroomverhouding I_A/I_N aangegeven op de identificatieplaat uitgevoerd worden.

Als de tijd t_E niet kan gerespecteerd worden, dienen geschikte alternatieve beschermingsmiddelen te worden toegepast.

d. Beschermingsmethode «p»

De aanvoer- en afvoerkanalen van beschermingsgassen ten behoeve van elektrische machines en toestellen uitgevoerd volgens de beschermingswijze door interne overdruk (EExp) zijn ontworpen voor een overdruk van:
- ofwel 1,5 maal de door de fabrikant van het materieel opgegeven maximale overdruk onder normaalbedrijf;
- ofwel de maximale overdruk die de overdrukbron kan bereiken wanneer alle uitgangen zijn gesloten en dit met een minimum van 200 Pa (2 mbar).

De voor de kanalen gebruikte materialen zijn bestand tegen de uitwerking van zowel het gebruikte beschermingsgas als de gassen of dampen aanwezig in de beschouwde gevaarlijke ruimten.

De plaatsen waar het beschermingsgas in de aanvoerkanalen wordt aangezogen moeten zich buiten de gevaarlijke ruimten bevinden.

De aanzuigkanalen waarvan de druk van het beschermingsgas lager is dan de atmosferische druk moeten hermetisch zijn.

De afvoerkanalen die uitmonden in een zone 1 moeten voorzien zijn van een vonkenvanger.

Dit geldt tevens voor de afvoerkanalen in een zone 2, wanneer bij het te beschermen materieel onder normale bedrijfsomstandigheden vonken kunnen vrijkomen.

Ter plaatse samengebouwde overdruksystemen (EExp) dienen veiligheidswaarborgen te bieden gelijkwaardig aan de bijzondere voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde normen of komen overeen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Beschermingsmethode «o»

Maatregelen zijn genomen (opstelling, zuiverheid) opdat het oliepeil van de niveauaanwijzer op een correcte en veilige wijze kan worden afgelezen.

Onderafdeling 7.1.8.3. Herstelling van elektrische machines en toestellen

Elke herstelling van elektrische machines of toestellen wordt uitgevoerd door:
- hetzij de fabrikant;
- hetzij een gespecialiseerde werkplaats onder toezicht van de fabrikant of het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3*.

Wanneer de herstelling geen wijziging van de beschermingskenmerken voor gevolg heeft van de herstelde elektrische machine of het herstelde toestel, levert de hersteller een document af dat deze niet-wijziging bevestigt.

Wanneer de herstelling een wijziging van de beschermingskenmerken voor gevolg heeft, zal de herstelde elektrische machine of toestel worden onderworpen aan een nieuw conformiteitsonderzoek volgens de procedure bepaald in bijlage 9 (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij van het koninklijk besluit van 22 juni 1999 hetzij van het koninklijk besluit van 21 april 2016 – keuring per eenheid.

Onderafdeling 7.1.8.4. Installeren van elektrische leidingen

a. Algemeenheden

In de mate van het mogelijke dienen elektrische leidingen die niet geassocieerd zijn aan uitrustingen onderbracht in explosiegevaarlijke ruimten te worden geweerd uit deze ruimten.

Voor vaste aanleg moeten de elektrische leidingen en de bijbehoren zo zijn geïnstalleerd dat zij niet worden blootgesteld aan mechanische (schokken, trillingen...) thermische of chemische (corrosie...) invloeden.

In de explosieve stofzones, zijn de leidingaanlegsystemen (kabelbanen, kabelkanalen...) zodanig opgesteld of afgeschermd dat de stofophoping zoveel mogelijk wordt beperkt en dat de reiniging gemakkelijk kan worden uitgevoerd.

Constructieve en/of organisatorische maatregelen worden genomen tegen de accumulatie van gas en/of stof en de uitbreiding van explosiegevaarlijke gebieden via doorgaande leidingen (installatiebuizen, kokers, kabelgoten of -kanalen) en om te vermijden dat explosiegevaarlijke gas en/of stof er zich kunnen in opstapelen of doorgang verkrijgen.

De doorgaande leidingen zijn voorzien van afdichtingsmiddelen op de plaatsen waar deze een gevaarlijke ruimte binnengaan of verlaten.

Met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE), mogen geïsoleerde geleiders niet worden toegepast voor actieve geleiders, tenzij deze worden ondergebracht in schakel- en verdeelinrichtingen, behuizingen of systemen opgebouwd uit installatiebuizen rekening houdend met de bepalingen van *afdeling 5.2.9.*

Indien stof zich in laagvorm op elektrische leidingen kan afzetten en de warmteafgifte van de elektrische leidingen kan verstoren moet de onder normale bedrijfsomstandigheden vooropgestelde maximum toelaatbare stroomsterkte I_z worden verlaagd tot $0{,}8 \cdot I_z$.

De toegepaste aansluittechnieken alsmede de aansluittoebehoren van elektrische leidingen (kabels en installatiebuizen) op elektrische machines en toestellen zijn derwijze gekozen dat de desbetreffende beschermingswijze en beschermingsgraad van de behuizing gewaarborgd blijven.

De geïsoleerde geleiders en kabels moeten aan de eisen van *onderafdeling 5.2.7.3.* beantwoorden, met uitzondering van de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in *onderafdeling 5.2.7.1.*

Ongebruikte openingen voor de invoer van elektrische leidingen moeten zijn afgesloten met afsluitmiddelen die aangepast zijn aan de desbetreffende beschermingswijze en beschermingsgraad.

De afsluitmiddelen mogen alleen met behulp van gereedschappen kunnen worden verwijderd.

De leidinginvoeren in behuizingen gebruikt in de beschermingswijze drukvast (EExd) en verhoogde veiligheid (EExe) dienen te zijn gecertificeerd.

Om de maximale oppervlaktetemperatuur van de weerstandsverwarmingskabels te beperken, moeten deze en hun temperatuurbeveiligingstoestellen worden geïnstalleerd volgens de aanwijzingen vervat in de bijbehorende documentatie.

b. Beschermingsmethode «d»

Nadat de geleiders of kabels in de installatiebuizen zijn aangebracht, moeten de afdichtingen worden gevuld met een dichtingmassa die bij het uitharden niet krimpt en niet gasdoorlatend wordt.
Deze afdichtingen moeten binnen een afstand van 450 mm van alle drukvaste omhulsels worden voorzien.

Wanneer een omhulsel specifiek is ontworpen om op een elektrische leiding in buis te worden aangesloten, maar moet worden aangesloten op kabels, mag een drukvast verloopstuk met een buislengte van niet meer dan 150 mm met de buisinvoer van het omhulsel worden verbonden.

c. Beschermingsmethode «e»

De in behuizingen met de beschermingswijze verhoogde veiligheid (EExe) gebruikte aansluitklemmen dienen gecertificeerd te zijn.

Niet-gebruikte geleiders dienen op vrije klemmen te worden aangesloten.

Het aansluiten van meer dan één geleider op een aansluitklem is slechts toegestaan wanneer de documentatie bij het materieel hierin voorziet. Bijzondere aandacht dient te worden besteed bij het aansluiten van geleiders met verschillende doorsnede.

Onderafdeling 7.1.8.5. Beschermingstoestellen tegen foutstromen

Het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen onder foutomstandigheden is verboden. Deze bepaling geldt niet:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische wederinschakeling van het overstroom-beschermingstoestel rekening houdt met de veilige temperatuur van de elektrische machine of toestel.

Wanneer een automatische uitschakeling van het elektrisch materieel een ernstiger veiligheidsrisico zou kunnen inhouden dan het ontstekingsrisico, dient een isolatiecontroletoestel aangesloten op een doeltreffende meldinrichting te worden voorzien.

Organisatorische maatregelen zijn getroffen om onmiddellijk de gemelde gevaartoestand te verhelpen.

Maatregelen zijn genomen om de werking van driefasige motoren bij het ontbreken van een fase te voorkomen.

Onderafdeling 7.1.8.6. Elektrische noodonderbreking

Buiten de explosiegevaarlijke zones, zijn op doelmatig gekozen plaatsen inrichtingen voor elektrische noodonderbreking geplaatst, zoals voorzien in *punt c.* van *onderafdeling 5.3.3.1.,* die in noodgevallen toelaten de voeding naar de zone te onderbreken.
Elektrisch materieel waarvan de werking moet worden gewaarborgd om extra gevaar te voorkomen, mag niet zijn aangesloten op de nooduitschakelaars.

Afdeling 7.1.9. Bescherming tegen temperatuurverhoging en vonkvorming

Onderafdeling 7.1.9.1. Algemeenheden

Constructieve maatregelen zijn genomen om te vermijden dat in ontploffingsgevaarlijke gebieden elektrische installaties oorzaak zijn van het ontstaan van gevaarlijke temperatuurverhogingen of vonken te wijten aan:
- hetzij lek- of foutstromen;
- hetzij zwerfstromen;
- hetzij galvanisch contact met actieve delen;
- hetzij elektrostatische ontladingen;
- hetzij ontladingen veroorzaakt door kathodische beschermingsinstallaties.

Binnen een stofexplosiegevaarlijk gebied dient het insteken of uittrekken van stekkers spanningsloos te gebeuren.

Onderafdeling 7.1.9.2. Lek- of foutstromen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de te nemen maatregelen tegen lek- of foutstromen in ontploffingsgevaarlijke gebieden bepalen.

Onderafdeling 7.1.9.3. Potentiaalvereffening

De massa's en de vreemde geleidende delen ondergebracht in explosiegevaarlijke ruimten moeten zijn aangesloten op een potentiaalvereffeningsverbinding.

De potentiaalvereffeningsverbinding beantwoordt aan de eisen van *hoofdstuk 5.4.*, voor wat betreft de verwezenlijking.

Onderafdeling 7.1.9.4. Galvanisch contact

Maatregelen zijn getroffen om ieder ongewild contact met actieve delen te voorkomen.

Werkzaamheden voor opstelling, afregeling, onderhoud en herstelling aan of in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen mogen niet worden uitgevoerd.

Onderafdeling 7.1.9.5. Elektrostatische ontladingen

Met betrekking tot de elektrostatische ontladingen zijn maatregelen getroffen om de accumulatie van statische ladingen te voorkomen.

In dit opzicht:
- wordt de oppervlakteweerstand van elektrische machine- en toestelbehuizingen en leidingen in kunststof zodanig gekozen dat geen gevaarlijke elektrostatische oplading te vrezen valt ($R \leq 10^9\ \Omega$);
- is de waarde van de weerstand tussen de metalen eletrische machine- en toestelbehuizingen en de in hun nabijheid aanwezige vreemde geleidende delen kleiner dan of gelijk aan $10^6\ \Omega$.

Onderafdeling 7.1.9.6. Kathodische bescherming

Kathodische beschermde metalen delen die zich bevinden in gevaarlijke ruimten, worden geassimileerd met geleidende delen vreemd aan de installatie, die als potentieel gevaarlijk moeten worden beschouwd.

Er mag geen kathodische bescherming worden toegepast op metalen delen in zone 0 tenzij deze speciaal voor deze toepassing zijn ontworpen.

De isolerende elementen die voor de kathodische bescherming vereist zijn, moeten worden geplaatst buiten het gevaarlijke gebied. Indien dat niet mogelijk is, zijn constructieve maatregelen getroffen om vonkvorming als gevolg van een toevallige overbrugging te voorkomen.

De overgangsplaatsen, tussen de kathodisch en de niet kathodisch beschermde buisleidingen welke deel uitmaken van een laadinrichting van ontvlambare vloeistoffen of gassen, zijn aangebracht in het vast gedeelte van de verlaadinrichting.

Afdeling 7.1.10. Uitzonderingen in verband met de keuze van het materieel

Onder tijdelijke en bijzondere bedrijfsomstandigheden, zoals onderhoud, herstelling, wijziging van de installaties, mag elektrisch materieel gebruikt worden dat niet aan de hoger vermelde voorschriften voldoet op voorwaarde dat de uitbater of zijn afgevaardigde de specifieke risico's identificeert en evalueert die voortvloeien uit deze bedrijfsomstandigheden en uit het gebruik van dit elektrisch materieel.

Op grond van deze risico-evaluatie worden veiligheidsmaatregelen vastgelegd, zodat de werkzaamheden op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd.

Deze maatregelen moeten ervoor zorgen dat tijdens het gebruik van dit elektrisch materieel geen explosieve atmosfeer aanwezig kan zijn.

Daartoe worden er doeltreffende controlemetingen uitgevoerd zodat de afwezigheid van een explosieve atmosfeer op een betrouwbare wijze vastgesteld kan worden op alle plaatsen waar dit materieel wordt gebruikt.

De controlemetingen worden uitgevoerd door middel van gekalibreerde meettoestellen die worden gekozen in functie van de oorspronkelijke gevarenzone en van de kenmerken van de explosieve atmosfeer.

De controlemetingen worden uitgevoerd vóór de aanvang van de werkzaamheden en, indien uit de risicobeoordeling blijkt dat dit noodzakelijk is, ook tijdens de werkzaamheden.

Het identificeren en beoordelen van de risico's, het vastleggen van de veiligheidsmaatregelen en het uitvoeren van de controlemetingen die hierboven vermeld zijn, moeten onder de verantwoordelijkheid van de beheerder van de installaties worden uitgevoerd door een bevoegd persoon.

Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties

HOOFDSTUK 8.1. INLEIDING 123
Afdeling 8.1.1. Definities 123
Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden 123
Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen 123
HOOFDSTUK 8.2. AFWIJKENDE BESCHIKKINGEN VOOR BESTAANDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 123
Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties 123
Onderafdeling 8.2.1.1. Elektrische installaties in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 123
Onderafdeling 8.2.1.2. Elektrische installaties in de ruimten waarin personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996 124
Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI 124
Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden 124
Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen 125
HOOFDSTUK 8.3. CONTROLEBEZOEK VAN EEN ELEKTRISCHE INSTALLATIE IN DE RUIMTEN WAARIN GEEN PERSONEN WORDEN TEWERKGESTELD DIE ONDER TOEPASSING VALLEN VAN ARTIKEL 2 VAN DE WET OP HET WELZIJN OP HET WERK VAN 4/08/1996 125

Hoofdstuk 8.1. Inleiding

Afdeling 8.1.1. Definities

Voor de toepassing van het D*eel 8*, verstaat men onder:

Oud AREI: Algemeen Reglement op de Elektrische installaties, goedgekeurd bij de koninklijke besluiten van 10/03/1981 en 2/09/1981 en zijn wijzigingen.

Bestaande elektrische installatie: iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx en die (dat) niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidscontrole overeenkomstig *hoofdstuk 6.4.* van dit Boek.

Worden als bestaande elektrische installaties beschouwd:

- iedere oude elektrische installatie of elk gedeelte van een oude elektrische installatie, waarvan de aanleg was aangevat:
  a) ten laatste op 1/10/1981 voor de elektrische installaties van de inrichtingen die geen elektriciteitsdienst hebben die bestaat uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
  b) ten laatste op 1/01/1983 voor de andere installaties.
  (in dit Boek "oude elektrische installatie genoemd");
- iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie die (dat) het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "elektrische installatie oud AREI" genoemd).

Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden

Als een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door het erkend organisme gecontroleerd werd, inbreuken op het oud AREI bevat, moet de eigenaar, de beheerder of de uitbater van de elektrische installatie deze inbreuken oplossen. De voorschriften van *onderafdeling 9.1.3.2.* zijn van toepassing.

Het eerste controlebezoek overeenkomstig *afdeling 6.5.2.* voor een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door een erkend organisme gecontroleerd werd, wordt uitgevoerd binnen de termijn die is voorgeschreven in het laatste verslag dat volgens de voorschriften van het oud AREI opgesteld werd.

Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot oude elektrische installaties en elektrische installaties oud AREI bepalen.

Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties

Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties

Onderafdeling 8.2.1.1. Elektrische installaties in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van oude elektrische installaties in deze ruimten:

1. De elektrische installatie is zodanig uitgevoerd dat de personen beschermd zijn tegen de risico's van rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking, tegen de gevolgen van overspanningen te wijten aan inzonderheid isolatiefouten, schakelingen en atmosferische invloeden, tegen brandwonden alsmede tegen de niet elektrische risico's te wijten aan het gebruik van elektriciteit.

Wanneer het niet mogelijk blijkt om voormelde risico's uit te schakelen door maatregelen inzake het ontwerp of door collectieve beschermingsmaatregelen of om de risico's op een ernstig letsel in te perken door het nemen van materiële maatregelen, dient de toegang tot deze installatie uitsluitend te worden voorbehouden aan de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;

2. De elektrische installatie is zodanig uitgevoerd dat:
   1° gevaarlijke lichtbogen en gevaarlijke oppervlaktetemperaturen worden vermeden of de risico's die er aan verbonden zijn worden beperkt;
   2° oververhitting, brand en ontploffing worden vermeden of de risico's die er aan verbonden zijn worden beperkt.

3.1. Elke stroombaan is beschermd door minstens één beschermingsinrichting, die een overbelastingsstroom onderbreekt vooraleer een opwarming kan ontstaan die schadelijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders of de omgeving.
Elke stroombaan is beschermd door een beschermingsinrichting die een kortsluitstroom onderbreekt vooraleer gevaarlijke effecten ontstaan.

3.2. In afwijking van de bepalingen van *punt 3.1.*, is het toegelaten bepaalde stroombanen niet te beschermen tegen overstroom, mits de voorwaarden en nadere regels bepaald in *onderafdeling 4.4.3.2 en 5.2.4.1.* van dit Boek nageleefd worden;

4.1. Met het oog op het uitvoeren van werkzaamheden buiten spanning, moet de scheiding van de elektrische installatie of van individuele stroombanen op een veilige en betrouwbare wijze uitgevoerd kunnen worden;

4.2. De functionele besturing van machines gebeurt op een veilige wijze;

4.3. De gevolgen van spanningsdalingen of van het wegvallen van de spanning en het wederopkomen ervan brengt de personen niet in gevaar;

5. De elektrische installatie is opgebouwd met elektrisch materieel, dat zodanig gebouwd is dat het bij een correcte installatie en correct onderhoud, en bij gebruik volgens zijn bestemming, de veiligheid van personen niet in gevaar brengt;

6. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden;

7. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

8. In de gevallen bedoeld in *hoofdstuk 9.4.* van dit Boek signaleert de eigenaar, de uitbater of de beheerder van een elektrische installatie de elektrische installatie.

Onderafdeling 8.2.1.2. Elektrische installaties in de ruimten waarin personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk is van toepassing voor de bestaande gedeelten van oude niet-huishoudelijke installaties in deze ruimten.

Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI

Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden

De inbreuken met dit Boek in een elektrische installatie, die overeenkomstig het oud AREI was, worden als opgelost beschouwd:

- hetzij ze aangepast worden om aan de bepalingen van dit Boek te beantwoorden;
- hetzij ze het voorwerp van een in *onderafdeling 8.2.2.2.* bedoelde afwijking uitgemaakt hebben;
- hetzij er op basis van een risicoanalyse maatregelen genomen worden om de veiligheid van personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse wordt ter beschikking van het erkend organisme belast met het controlebezoek en de met het toezicht belaste ambtenaar gehouden. De referentie van het document wordt in het verslag van het controlebezoek vermeld. Dit document maakt deel uit van het dossier van de elektrische installatie. Dit document vermeldt:

- de identificatie van de betrokken bestaande gedeelten van de elektrische installatie;
- de conclusie van de risicoanalyse;
- de verantwoording van de maatregelen om de veiligheid van de personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse, die door Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk bedoeld wordt, kan aan de eis van de in 1ste alinea bedoelde risicoanalyse voldoen.

Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische installaties oud AREI:

1. Conformiteit van het elektrisch materieel in de elektrische installatie

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, elektrisch materieel in een elektrische installatie, waaronder met name de elektrische leidingen, beschermingsinrichtingen, … dat geïnstalleerd was in overeenstemming met de voorschriften van het oud AREI en gebouwd was in overeenstemming de regels van goed vakmanschap op het ogenblik van zijn installatie, in dienst te laten. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en de redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

2. Schema en merken van stroombanen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van de *afdelingen 3.1.2., 3.1.3. en 5.1.6.*, aan de volgende bepalingen voor elektrische installaties oud AREI te voldoen:

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema en een beschrijving die onder andere aangeven:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- het te verwachten kortsluitvermogen van het verdeelnet in zijn normale toestand, op de plaats van de installatie;
- de aard en de samenstelling van de stroombanen;
- de kenmerken en regelingen van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de stroombanen;
- de plaats van de aardverbindingen.

Dit schema en deze beschrijving moeten ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is om deze elektrische installatie na te zien, te controleren of eraan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van aanduidingen uit duurzaam materiaal waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Om hun identificatie toe te laten moet, bij een bundel zichtbaar aangebrachte kabels, indien dit noodzakelijk blijkt, gebruik gemaakt worden van vaste merktekens die op regelmatige afstanden aangebracht worden.

Hoofdstuk 8.3. Controlebezoek van een elektrische installatie in de ruimten waarin geen personen worden tewerkgesteld die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet op het welzijn op het werk van 4/08/1996

Wanneer een controlebezoek van een oude elektrische installatie in deze ruimten noodzakelijk is, wordt ze door een erkend organisme uitgevoerd en ze heeft tot doel de gelijkvormigheid van de elektrische installatie vast te stellen met ten minste:
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben met uitzondering van *Deel 8.* voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat na xx xx xxxx;
- de voorschriften van dit Boek die erop betrekking hebben, met inbegrip van *Deel 8.*, voor het gedeelte waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig de voorschriften opgelegd door de Minister die respectievelijk Energie onder zijn bevoegdheid heeft. Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

De voorschriften van *afdelingen 6.5.1.* en *6.5.2.* zijn van toepassing op elk later controlebezoek.

Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven

HOOFDSTUK 9.1. PLICHTEN VAN DE EIGENAAR, BEHEERDER OF UITBATER 129
Afdeling 9.1.1. Algemeenheden 129
Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische installaties 130
Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn 130
Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole 130
Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek 130
Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen 130
Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden 130
Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen 131
HOOFDSTUK 9.2. TOEKENNING VAN DE CODIFICATIE BA4/BA5 131
HOOFDSTUK 9.3. WERKEN AAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 132
Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied 132
Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften 132
Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe 132
Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel 132
Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie 132
Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden 133
Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden 133
Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning 133
Afdeling 9.3.4. Werkprocedures 134
Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding 134
Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning 134
Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning 136
Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning 138
Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden 139
Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden 139
Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel 139
Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden 139
Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden 140
Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking 140
Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden 140
Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen 140
Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels 140
HOOFDSTUK 9.4. SIGNALISATIEBORDEN 141
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties 141
Afdeling 9.4.2. Verbodsborden 141
Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden 141
Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden 141
HOOFDSTUK 9.5. VERBODSBEPALINGEN 142

Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar, beheerder of uitbater

Afdeling 9.1.1. Algemeenheden

De eigenaar, beheerder of uitbater van een elektrische installatie is er toe gehouden:

1. voorafgaand aan de gelijkvormigheidscontroles bedoeld in *hoofdstuk 6.4.* of aan de controlebezoeken bedoeld in *hoofdstuk 6.5.*, de schema's, plannen en documenten bedoeld in *afdeling 3.1.2.* en ieder ander noodzakelijk document voor de gelijkvormigheidscontrole of het controlebezoek ter beschikking te stellen van het erkend organisme;
2. ze te onderhouden en de uitgevoerde tussenkomsten bij elk onderhoud en elke test te documenteren, zoals bijvoorbeeld de mechanische beproeving van de rupto-smeltveiligheden;
3. de nodige maatregelen te nemen zodat de voorschriften van dit Boek te allen tijde worden nageleefd;
4. ingeval van werken aan elektrische installaties, zijn personeel dat de werken uitvoert, te doen beschikken over:
   a. het noodzakelijke materieel zoals bepaald in *hoofdstuk 9.3.*;
   b. de geactualiseerde schema's, plannen en documenten van de elektrische installatie zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.*
5. samen te stellen en ter beschikking te houden van iedere betrokken persoon voor raadpleging:
   a. het of de dossier(s) van de elektrische installatie met daarin:
      1. de schema's, plannen en documenten van de elektrische installatie zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.*;
      2. de eventuele berekeningsnota's;
      3. de eventuele risiconanalyses;
      4. een document met de technische aansluitkenmerken op het distributienet;
      5. het verslag van de gelijkvormigheidscontrole en van het laatste en voorlaatste controlebezoek van de elektrische installatie;
      6. een document met de wijzigingen aangebracht aan de installatie sinds het laatste bezoek van een erkend organisme.

      Dit (deze) dossier(s) moet(en) ter plaatse worden gehouden.
   b. schriftelijke onderrichtingen noodzakelijk voor zowel de veiligheid als de redding van de personen ingeval van ongeval te waarborgen.
   c. het bijzondere register van de routinebezoeken beoogd in *afdeling 9.1.2.;*
   d. de documenten en de maatregelen die de conformiteit van het elektrisch materieel met de gebruiksomstandigheden bepalen (verklaringen, gebruiksaanwijzingen, …).
6. een exemplaar van dit Boek alsook een kopie van de geschreven onderrichtingen vermeld in *punt 5.b.* ter beschikking te stellen van zijn personeel vermeld in *hoofdstuk 9.3.* en van elke afgevaardigde aangehaald in *afdeling 9.1.2.*;
7. zich ervan te vergewissen dat:
   a. de personen aangeduid voor de exploitatie van de elektrische installatie de reglementaire voorschriften en instructies die ze dienen na te leven of moeten doen naleven, kennen en begrijpen;
   b. de gelijkvormigheidscontroles vermeld in *hoofdstuk 6.4.* werden uitgevoerd;
   c. de controlebezoeken vermeld in *hoofdstuk 6.5.* werden uitgevoerd;
   d. de gelijkvormigheidscontroles en de controlebezoeken het geheel van de installaties omvatten;
   e. de werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en dat alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen;
   f. de routinebezoeken vermeld in *afdeling 9.1.2.* werden uitgevoerd;
   g. de elektrische installatie of deel van de elektrische installatie het voorwerp uitmaakt van een gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname, met dien verstande dat voor de installaties bestemd om verplaatsbare machines of toestellen te voeden, de controle betrekking heeft op de installatie vanaf haar begin tot aan de stuurinrichtingen.
8. de onderrichtingen betreffende het toedienen van de eerste zorgen ingeval van een ongeval te wijten aan elektriciteit, op zorgvuldig gekozen plaatsen aan te brengen;
9. de controleverslagen vermeld in *de hoofdstukken 6.4. en 6.5.* voor te leggen aan de Interne dienst voor Preventie en Bescherming op het werk en aan het Comité voor Preventie en Bescherming op het werk;
10. het dossier in het hiervoor vermeld *punt 5.a.* aan de nieuwe eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie over te maken;

11. een kopie van het dossier van de elektrische installatie ter beschikking van de eventuele huurder te stellen;
12. onmiddellijk de met het toezicht belaste ambtenaar van de Federale Overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft evenals de Federale Overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft in kennis te stellen van elk ongeval waarvan personen het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van elektrische installaties.

Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische installaties

De uitbater van een hoogspanningsinstallatie, zijn gemachtigde of zijn verantwoordelijke onderzoekt of doet deze onderzoeken ten minste om de drie maanden, teneinde te waken over het behoud van haar veiligheid.

De bezoeker moet zonder dralen de opdrachtgever op de hoogte brengen van de gebreken die hij vaststelt. De waarnemingen moeten met dit doel in een bijzonder register bijgehouden worden. Dit register moet ter beschikking gesteld worden van het erkend organisme of de bevoegde overheid, vermeld in *hoofdstuk 6.3.*, alsook van de agenten en functionarissen belast met de controle en het hoog toezicht van de installatie.

Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn

Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole

Geen enkele elektrische installatie of deel ervan waarvoor inbreuken tegenover dit Boek worden vastgesteld tijdens de gelijkvormigheidscontrole mag in gebruik worden genomen.

Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet hij bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Binnen een termijn van 7 werkdagen, te rekenen vanaf de ontvangst van de aanvraag die hem in dat verband wordt toegestuurd, moet hij deze inlichtingen verstrekken aan om het even wie gemachtigd is om werken uit te voeren in de nabijheid van de kabel.

Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden

De uitwendige invloeden alsook de ruimten waarin deze van toepassing zijn, worden bepaald op basis van gegevens verstrekt door de uitbater van de ruimten waarin de installatie zich bevindt.

Deze gegevens zijn aangebracht op het document van de uitwendige invloeden. Het document, in de vorm van plan, tabel of lijst, bepaalt op unieke wijze de uitwendige invloeden van de ruimten. In het geval dat er geen specifieke uitwendige invloeden in aanmerking zijn te nemen, zoals deze opgenomen in de hiernavolgende tabel van niet-specifieke uitwendige invloeden, bevestigt het document dit. Het document dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert het document voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen het document en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

De niet-specifieke uitwendige invloeden in de betrokken zones worden vermeld in *tabel 9.1.*

Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden

Omgevingstemperatuur	**AA**	1	2	3	**4**	**5**	6	7	**8**
Aanwezigheid van water	**AD**	**1**	2	3	4	5	6	7	8
Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen	**AE**	**1**	2	3	4				
Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen	**AF**	**1**	2	3	4				
Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken	**AG**	**1**	2	3					
Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen	**AH**	**1**	2	3					
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming	**AK**	**1**	2						
Aanwezigheid van fauna	**AL**	**1**	2						
Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden	**AM**	**1**	2	3	4	5	6		
Zonnestraling	**AN**	**1**	2						
Bekwaamheid van personen	**BA**	**1**	2	3	4	5			
Toestand van het menselijk lichaam	**BB**	**1**	2	3					
Aanraking van het aardpotentiaal door personen	**BC**	**1**	**2**	**3**	4				
Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen	**BD**	**1**	2	3	4				
Aard van behandelde of opgeslagen goederen	**BE**	**1**	2	3	4				
Bouwmaterialen	**CA**	**1**	2						
Structuur van gebouwen	**CB**	**1**	2	3	4				

Noot: De niet specifieke uitwendige invloeden zijn door zwarte vakjes aangeduid.

De uitbater van meerdere installaties van hetzelfde type of zijn afgevaardigde mag, per type installatie, een afzonderlijke lijst van niet-specifieke uitwendige invloeden samenstellen. De lijst dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de lijst voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de lijst en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen

De specificaties voor de realisatie van de zoneringsplannen met betrekking tot explosiegevaar zijn beschreven in *hoofdstuk 7.1.*

Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5

De bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 wordt aan de werknemers toegekend door de werkgever. De reikwijdte van deze toekenning met betrekking tot de aard van de elektrische installaties of de aard van de werkzaamheden waarvoor deze bekwaamheid geldt, moet bepaald zijn.

Onverminderd de bepalingen van hoofdstuk VI van boek 3, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen, houdt de werkgever bij de beoordeling van de bekwaamheid van personen en bij de toekenning van deze bekwaamheid ten minste rekening met:

- de kennis van de betrokken werknemer met betrekking tot de risico's die door de elektrische installaties geboden worden, opgedaan door opleiding of ervaring binnen of buiten de inrichting van de werkgever;
- de aard en de verscheidenheid van de elektrische installaties, zoals hoog- of laagspanning, netstelsels, aard van het toegepaste elektrisch materieel (bijvoorbeeld klassiek elektrisch materieel, ontploffingsveilig materieel),... waarvoor deze kennis geldt;
- de verscheidenheid aan activiteiten aan of nabij een elektrische installatie (werken onder spanning, in de nabijheid van onder spanning staande delen, werken buiten spanning, schakelwerkzaamheden aan elektrische installaties, controle-, inspectie- en meetwerkzaamheden),... waarvoor deze kennis geldt.

Deze beoordeling van de bekwaamheid, met inbegrip van de omschrijving van de installaties en van de werkzaamheden waarvoor de beoordeling geldt, is traceerbaar.

De toekenning van de codificatie van de bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 aan een werknemer wordt door de werkgever vastgelegd in een document, dat, behalve de naam van de werknemer, duidelijk bepaalt voor welke werkzaamheden en voor welke elektrische

installaties de bekwaamheid geldt (o.a. door een beschrijving van de toegelaten activiteiten, een beschrijving van de elektrische installaties waaraan of waar nabij mag gewerkt worden...), met de eventuele bijzondere beperkingen ervan, de geldigheidsduur en de eventuele voorwaarden voor het behouden van de bekwaamheid.

Onverminderd het codificeren van de bekwaamheid BA4/BA5 blijven de werkgevers, elk binnen hun bevoegdheid en op hun niveau, ertoe gehouden:
- ervoor te zorgen dat iedere betrokken persoon een voldoende en aangepaste opleiding en vorming ontvangt die speciaal gericht is op zijn werkpost of functie;
- de bekwaamheid van de betrokken personen op gebied van veiligheid en gezondheid in aanmerking te nemen wanneer zij hen met de uitvoering van een werkzaamheid aan of nabij een elektrische installatie belasten;
- te controleren of de verdeling van de taken op een zodanige wijze geschiedt dat de verschillende werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie worden uitgevoerd door personen die daartoe de vereiste bekwaamheid hebben of hebben behouden, en de vereiste vorming, opleiding en instructies hebben ontvangen.

Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties

Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk:
- is van toepassing op alle werkzaamheden die aan, met of in de omgeving van elektrische installaties worden uitgevoerd;
- is niet van toepassing op personen die gebruik maken van elektrische installaties die zijn ontworpen en geïnstalleerd voor gebruik door personen gecodificeerd als BA1, BA2 of BA3, zoals bepaald in *afdeling 2.10.11*.

Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften

Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe

Alle werkzaamheden moeten voorafgegaan worden door een risicobeoordeling, die toelaat te bepalen hoe de werkzaamheden moeten voorbereid en uitgevoerd worden om de veiligheid te waarborgen.

Voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig weerkerende werkzaamheden die onder dezelfde omstandigheden verlopen volstaat een algemeen geschreven procedure gesteund op een risicobeoordeling.

Alle gebruikte collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (werktuigen, meetapparatuur...), moeten voor die aanwending geschikt zijn, in een behoorlijke gebruikstoestand zijn onderhouden en correct worden aangewend.

Indien nodig, moet tijdens de volledige duur van de werkzaamheden een aangepaste signalering worden aangebracht.

Er moet onverwijld verholpen worden aan gebreken die een onmiddellijk gevaar opleveren.

Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel

Elke persoon die betrokken is bij werkzaamheden moet onderricht worden over de veiligheids- en de bedrijfsvoorschriften die op zijn werk van toepassing zijn. Deze moeten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden worden herhaald in geval van langdurige werkzaamheden of bij verandering van de werkomstandigheden.

Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie

Elke elektrische installatie moet onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke worden geplaatst.

Alle werkzaamheden moeten onder de verantwoordelijkheid staan van de werkverantwoordelijke.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke moeten in gemeenschappelijk akkoord schikkingen treffen om de veilige uitvoering van de werkzaamheden te waarborgen.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke kunnen één en dezelfde persoon zijn.

De werkzone moet worden bepaald door de werkverantwoordelijke na overleg met de installatieverantwoordelijke. Een aangepaste werkruimte en de nodige toegangsmiddelen moeten worden voorzien.

Indien de risicobeoordeling de noodzaak er voor aantoont:
- moet de werkzone en/of de toegang tot de werkzone worden afgebakend;
- moet een schriftelijke voorbereiding van de werkzaamheden worden opgemaakt.

Alle nodige informatie, mondeling of schriftelijk of visueel, moet op een betrouwbare en ondubbelzinnige wijze worden overgebracht.

Om fouten bij een mondelinge overdracht van informatie te vermijden, moet de bestemmeling de informatie hoorbaar voor de verzender herhalen die op zijn beurt moet bevestigen dat zij goed ontvangen en begrepen werd.

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten en de elektrische installatie na de voltooiing van de werkzaamheden opnieuw onder spanning te brengen, mag niet worden gegeven door signalen die automatisch worden gestuurd noch door een voorafgaand akkoord over een welbepaald tijdsinterval.

Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden

De exploitatiewerkzaamheden zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke en moeten worden uitgevoerd door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen. De installatieverantwoordelijke moet, indien vereist, worden ingelicht wanneer de gebruikelijke exploitatiewerkzaamheden zijn voltooid.

De personen die exploitatiewerkzaamheden uitvoeren moeten de aangewezen voorzorgsmaatregelen treffen tegen elektriciteitsrisico's. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

In voorkomend geval moeten de regels voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

De meet- en testapparaten moeten vóór en, indien nodig, ook na hun gebruik op hun goede werking worden gecontroleerd.

Inspecties moeten worden uitgevoerd door vakbekwame personen (BA5) die ervaring hebben met het inspecteren van soortgelijke installaties. Inspecties moeten worden uitgevoerd met passende hulpmiddelen en zodanig dat gevaren worden voorkomen waarbij, indien nodig, rekening wordt gehouden met de beperkingen door de aanwezigheid van ongeïsoleerde actieve delen.

Wanneer proeven met behulp van een externe voedingsbron worden uitgevoerd, moeten de volgende voorzorgsmaatregelen worden getroffen om te verzekeren dat:
- de installatie van elke normale voedingsbron gescheiden is;
- de installatie door geen enkele andere voedingsbron kan worden hervoed;
- gedurende de volledige duur van de proeven de aangewezen veiligheidsmaatregelen worden getroffen om het aanwezige personeel tegen elektriciteitsgevaren te beschermen;
- de scheidingspunten afdoende zijn geïsoleerd om aan de gelijktijdige toepassing van de proefspanning enerzijds en de bedrijfsspanning anderzijds te weerstaan.

Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning

In de installaties op hoogspanning is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen; uitzondering op deze regel mag worden gemaakt voor de smeltveiligheden die de spanningstransformatoren en de transformatoren met een vermogen van ten hoogste 10 kVA beschermen op voorwaarde dat voor deze laatste de laagspanningsstroombaan helemaal verbroken is vooraleer de primaire smeltveiligheden worden bediend.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor hoogspanning wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde evenwel dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor hoogspanning mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel

minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst der fasen,... door middel van een draagbaar toestel in hoogspanning mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

Wanneer het elektrisch materieel rechtstreeks door een hoogspanningsnet wordt gevoed, mag het bedienen of behandelen van dit materieel slechts worden toevertrouwd aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 9.3.4. Werkprocedures

Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding

a. Algemeenheden

De installatieverantwoordelijke of de werkverantwoordelijke vergewist zich er van dat de specifieke en gedetailleerde instructies werden meegedeeld vóór de aanvang van de werkzaamheden aan het personeel dat met de uitvoering van de werkzaamheden is belast. Hij vergewist er zich van dat deze instructies begrepen zijn en toegepast worden.

Vóór de aanvang van de werkzaamheden licht de werkverantwoordelijke de installatieverantwoordelijke in aangaande de aard, de plaats, de planning van de voorziene werkzaamheden en de gevolgen voor de elektrische installatie.
In geval van op voorhand geplande werkzaamheden, exploitatiewerkzaamheden uitgezonderd, gebeurt deze informatie schriftelijk.

Alleen de installatieverantwoordelijke mag toestemming verlenen om met de werkzaamheden aan te vangen. Die procedure moet eveneens worden bepaald in het geval van onderbreking.

In principe worden de werkzaamheden buiten spanning uitgevoerd.
Werken onder spanning mogen slechts uitgevoerd worden op voorwaarde dat aan de drie volgende voorwaarden voldaan wordt:
- dat de kenmerken van de elektrische installatie het toelaten; en
- dat een aangepaste werkmethode wordt toegepast; en
- dat de dienstnoodwendigheden zulks vereisen.

b. Inductie

Geleiders of geleidende delen in de buurt van geleiders onder spanning kunnen elektrische invloeden ondergaan. Onverminderd de voorschriften van de *onderafdelingen 9.3.4.2.* en *9.3.4.4.* moeten er specifieke voorzorgsmaatregelen worden getroffen bij de uitvoering van werkzaamheden op de vermelde geleiders of geleidende delen die aan inductie blootstaan:
- door aarding op passende tussenafstanden om zo de spanning tussen geleiders en aarde tot een veilig niveau terug te brengen;
- door potentiaalvereffening op de werkzone om zo de mogelijkheid te voorkomen dat personen zich in een inductielus begeven.

c. Atmosferische omstandigheden

Bij ongunstige atmosferische omstandigheden moeten beperkingen worden opgelegd. Indien dit noodzakelijk is om gevaar te voorkomen, moeten werkzaamheden aan installaties in de openlucht of aan een toestel dat direct is verbonden met een dergelijke installatie, bij het zien van bliksem of het horen van donder of wanneer er een onweersbui nadert, onmiddellijk worden gestaakt. Dit moet aan de installatieverantwoordelijke worden meegedeeld.

Wanneer het zicht op de werkzone slecht is, mogen er geen werkzaamheden worden begonnen of voortgezet.

Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning

a. Essentiële voorschriften

Om zich te verzekeren dat de elektrische installatie in de werkzone buiten spanning is en blijft gedurende de duur van de werkzaamheden, moeten de volgende maatregelen worden toegepast:
- voorbereiden van de werkzaamheden;
- scheiden van de elektrische installatie;
- voorkomen van herinschakeling van de elektrische installatie;

- controleren van de spanningsafwezigheid;
- aarden, ontladen en kortsluiten;
- afbakenen en/of afschermen van de elektrische installatie;
- vrijgeven van de elektrische installatie.

b. Voorbereiden van de werkzaamheden

Het voorbereiden omvat de identificatie van de installatie waaraan moet worden gewerkt, alsmede de identificatie van de maatregelen die moeten worden getroffen om de veiligheid te waarborgen en de installatie vrij te geven.

c. Scheiden

Het gedeelte van de installatie waarop de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, moet van alle voedingsbronnen worden gescheiden volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.*

d. Voorkomen van herinschakeling

Alle schakelinrichtingen die gebruikt werden om de elektrische installatie in de werkzone te scheiden, moeten tegen elke mogelijke herinschakeling worden beveiligd, bij voorkeur door vergrendeling van het bedieningsmechanisme. Indien een mechanische vergrendeling onmogelijk is, moeten andere maatregelen worden getroffen om een voortijdig onder spanning brengen te voorkomen. Indien voor het schakelen van de onderbrekingsinrichting een hulpenergiebron noodzakelijk is, moet deze voedingsbron buiten bedrijf worden gesteld.

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden. Deze verplichting geldt niet voor de automatische scheidingsystemen.

e. Controleren van de spanningsafwezigheid

De afwezigheid van spanning moet met de aangepaste uitrustingen worden nagegaan op alle actieve geleiders van de elektrische installatie binnen de werkzone of in de onmiddellijke nabijheid daarvan.

f. Aarden, ontladen en kortsluiten

Binnen de werkzone moeten alle gedeelten waarop werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, geaard en vervolgens kortgesloten worden. De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten eerst aan het aardingspunt en vervolgens aan de te aarden actieve delen worden aangesloten.

De actieve delen van voormelde elektrische installatie die na de scheiding nog capacitieve ladingen vertonen, moeten met behulp van aangepaste apparatuur worden ontladen.

Installaties die eventueel na het onderbreken nog een restspanning kunnen vertonen mogen pas kort gesloten worden nadat deze restspanning totaal verdwenen is.

De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten, telkens wanneer dit mogelijk is, vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Indien dat niet mogelijk is, moeten de aardingsverbindingen zo dicht als redelijkerwijs mogelijk bij de werkzone worden aangebracht.

Wanneer er tijdens de werkzaamheden geleiders moeten worden doorgesneden of aangesloten en indien er een risico van potentiaalverschillen op de installatie bestaat, dan moeten er vóór het doorsnijden of aarden van de geleiders aangepaste maatregelen binnen de werkzone worden getroffen, zoals overbruggen en/of aarden.

In al die gevallen moet men zich ervan vergewissen dat de inrichtingen en/of uitrustingen voor het aarden (aardingsscheider, kabels, klemmen...) aangepast zijn aan de voorziene kortsluitstroom.

De nodige voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen opdat de aardingen tijdens de duur van de werkzaamheden verzekerd blijven, uitgezonderd wanneer de aardingsverbindingen moeten verwijderd worden bij metingen of proeven die niet uitgevoerd kunnen worden met geïnstalleerde aardings- of kortsluitinrichtingen. In dit geval moeten bijkomende of alternatieve maatregelen genomen worden.

In het geval van geïsoleerde luchtlijnen, kabels of andere geïsoleerde geleiders moeten de aardingen en kortsluitingen worden uitgevoerd op de blanke gedeelten van de scheidingspunten van de elektrische installatie, zo dicht mogelijk bij de werkzone en aan weerszijden ervan.

g. Afbakenen en/of afschermen

Wanneer delen van een elektrische installatie in de onmiddellijke omgeving van de werkzone onder spanning blijven dient men af te bakenen en/of af te schermen volgens de bepalingen van *onderafdeling 9.3.4.4.*

h. Vrijgeven

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten, moet worden verleend door de installatieverantwoordelijke. De werkverantwoordelijke moet het personeel informeren dat ze de werken mogen aanvangen in het gedeelte dat wordt vrijgegeven.

De werkverantwoordelijke mag de uitvoerders pas toelating verlenen om de werkzaamheden aan te vatten nadat de maatregelen die onder de *punten b.* tot *g.* worden beschreven, volledig werden uitgevoerd.

i. Terug onder spanning brengen

Na het stopzetten of voltooien van de werkzaamheden en het uitvoeren van de vereiste controles, moeten de personen wier aanwezigheid niet langer vereist is, de werkzone verlaten. Alle arbeidsmiddelen, de signalering en de collectieve beschermingsmiddelen die tijdens de werkzaamheden werden gebruikt, moeten worden weggenomen indien niet noodzakelijk tijdens het eventuele verdere verloop van de werkzaamheden.

De maatregelen vermeld in de *punten c.* tot *g.*, die werden getroffen om de veiligheid tijdens de werkzaamheden te verzekeren dienen ongedaan gemaakt te worden.

Van zodra één van de maatregelen vermeld in deze onderafdeling die werden getroffen om de veiligheid van de elektrische installatie te verzekeren, ongedaan is gemaakt, mag dat gedeelte van de elektrische installatie niet langer beschouwd worden als een zone waar werkzaamheden buiten spanning kunnen uitgevoerd worden.

Het is pas wanneer de werkverantwoordelijke ervan verzekerd is dat de elektrische installatie klaar is om opnieuw op veilige wijze onder spanning te worden gebracht, dat hij de plicht heeft de installatieverantwoordelijke te melden dat de werkzaamheden zijn voltooid.

Pas vanaf dat ogenblik mag de procedure voor het herstel van de spanning worden ingezet.

De werkzaamheden om de installatie terug onder spanning te brengen gebeuren onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke.

Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden onder spanning mogen enkel aangevat worden nadat voorafgaandelijk alle maatregelen ter voorkoming van brandwonden, brand en ontploffing werden getroffen.

Voor werkzaamheden onder spanning moeten er beschermingsmaatregelen worden getroffen om elektrische schokken en kortsluitingen te vermijden.

Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

b. Specifieke opleiding, vorming en kwalificatie

Enkel de personen die een specifieke opleiding en vorming gevolgd hebben mogen, na gunstige beoordeling van hun bekwaamheid, werkzaamheden onder spanning uitvoeren.

De vaardigheid tot onder spanning werken moet op peil worden gehouden hetzij in de praktijk, hetzij door extra- of permanente educatie.

c. Werkmethoden – Definities

Werkzaamheden op afstand > D_L: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon op een gegeven afstand van de blanke delen onder spanning blijft en zijn werk met behulp van aangepaste isolerende werkmiddelen uitvoert.

Werkzaamheden met contact: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon, van wie de handen elektrisch beschermd zijn door isolerende handschoenen en eventueel ook door isolerende armbeschermers, bij de uitvoering van zijn werk in rechtstreeks mechanisch contact is met de blanke delen onder spanning.
Dit sluit evenwel de toepassing van de voorschriften in onderafdeling *9.3.3.2.* niet uit.

Werkzaamheden op hetzelfde potentiaal: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon in elektrisch contact met de actieve delen komt, na op hetzelfde potentiaal te zijn gebracht en geïsoleerd te zijn ten opzichte van zijn omgeving.

d. Arbeidsmiddelen, collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen

Aanvullend op *onderafdeling 9.3.2.1.* moeten de karakteristieken, de aanwending, de opslag, het onderhoud, het vervoer en de controles van de arbeidsmiddelen en uitrustingen voor werkzaamheden onder spanning worden gespecificeerd.

e. Omgevingsomstandigheden

In het geval van ongunstige weersomstandigheden of omgevingsomstandigheden moeten de werkzaamheden onder spanning aan beperkingen worden onderworpen.

Wanneer de omstandigheden een stopzetting van de werkzaamheden vereisen, moet het personeel de installatie en de isolerende en geïsoleerde inrichtingen in beveiligde toestand achterlaten. Vooraleer de werkzaamheden op hoogspanning worden hervat, moeten de gebruikte arbeidsmiddelen desgevallend volgens de instructies van de fabrikant worden behandeld.

f. Bijkomende eisen

Het onder spanning werken in hoogspanningsinstallaties is enkel toegestaan mits het in acht nemen van specifieke procedures.

Alle gekozen methoden en gereedschappen moeten worden gecontroleerd op hun geschiktheid voor de installatie waaraan wordt gewerkt. Diëlektrische en mechanische eigenschappen moeten worden gekozen aan de hand van hun specificatie of de desbetreffende norm, waarbij ook rekening wordt gehouden met de fysieke factoren van de werkzone.

Als de omvang van de werkzone de persoon aangeduid als werkverantwoordelijke niet toelaat een totale supervisie te verzekeren, moet hij een persoon aanduiden die hem helpt bij zijn werkzaamheden.

g. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden onder spanning zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bv. voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

h. Specifieke werkzaamheden onder spanning

Werkzaamheden zoals reiniging, besproeiing, of het verwijderen van ijsafzettingen op isolatoren moeten in specifieke werkinstructies worden omschreven. Dergelijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De reinigingswerkzaamheden onder spanning van elektrische installaties moeten worden uitgevoerd met naleving van de volgende voorschriften:

- de gebruikskenmerken van de arbeidsmiddelen, gebruikt bij de verstuiving van de reinigingsvloeistof (natte reiniging), alsook deze van de stofzuiginstallatie (droge reiniging) alsook deze van de vloeistof zelf worden bepaald door de nominale spanning U_n van de stroombanen waaraan wordt gewerkt;
- de gebruikskenmerken (isolatieniveau, kruipstroom, vochtigheid, doorslagspanning...) van de onder het eerste streepje vermelde arbeidsmiddelen moeten worden gestaafd aan de hand van een beproevingsverslag afgeleverd door een voor deze toepassing geaccrediteerd laboratorium;
- de afmetingen van zowel het spuitstuk (natte reiniging) als het opzuigstuk (droge reiniging) zijn zo gekozen dat tijdens de werkzaamheden hun handvatten nooit voorbij het initieel vlak van de (eventueel verwijderde) afschermingsinrichtingen van de actieve delen blijven;
- de reinigingsvloeistof is noch ontvlambaar noch schadelijk voor de werknemers;
- de reinigingswerkzaamheden mogen enkel uitgevoerd worden door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwaam (BA5) persoon in aanwezigheid van een andere vakbekwame persoon (BA5) zoals omschreven in *afdeling 2.10.11.* Deze personen hebben een praktijkgerichte opleiding genoten die op de aan deze werkzaamheden verbonden risico's is afgestemd;
- bij aanwezigheid van niet-afgeschermde borden (IP van minstens XX-A) onder spanning dient de met de reinigingswerkzaamheden belaste persoon een elektrische isolerende werkkledij te dragen;

- maatregelen moeten worden genomen opdat de reinigingsvloeistof zich niet met water kan verzadigen en opdat het condensatiewater niet kan worden weggeslingerd;
- de reinigingsvloeistof mag geen componenten bevatten die de isolatiematerialen van de elektrische apparatuur kunnen aantasten.

Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning mogen alleen worden uitgevoerd wanneer de genomen veiligheidsmaatregelen de zekerheid bieden dat de delen onder spanning niet kunnen worden aangeraakt of dat de zone onder spanning niet kan worden bereikt.

De waarden van de afstanden D_V, die de buitengrens van de nabijheidszone aangeven, zijn opgenomen in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.*

Om de elektrische risico's in de nabijheid van delen onder spanning te beheersen, moet de beveiliging worden verzekerd door middel van omhullingen, of door hindernissen. Wanneer deze maatregelen niet kunnen worden getroffen, moet de bescherming worden verzekerd door het behoud van een minimale werkafstand ten opzichte van de niet-geïsoleerde delen onder spanning die niet minder dan D_L mag bedragen en door, indien nodig, in een aangepast toezicht te voorzien.

Voordat met de werkzaamheden wordt begonnen, moet de werkverantwoordelijke het personeel, vooral zij die niet vertrouwd zijn met het werken in de nabijheid van actieve delen, instrueren over het aanhouden van veilige afstanden, over de getroffen veiligheidsmaatregelen en over de noodzaak van veiligheidsbewust gedrag. De grens van de werkplek moet nauwkeurig zijn aangegeven, en er moet aandacht worden geschonken aan bijzonderheden en ongewone omstandigheden.
Deze aanwijzingen moeten regelmatig of wanneer de werkomstandigheden zijn gewijzigd worden herhaald.

b. Beveiliging door middel van omhullingen of hindernissen

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd binnen de zone onder spanning, moeten ze van isolerend materiaal zijn en moeten de gepaste procedures voor hetzij werken buiten spanning, hetzij werken onder spanning worden toegepast.

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd buiten de zone onder spanning, moet hiervoor de procedure voor werken buiten spanning worden toegepast, ofwel gebruik gemaakt worden van middelen die verhinderen dat het personeel, dat de beschermingsmiddelen aanbrengt de zone onder spanning binnendringt, zo niet moeten de procedures voor werken onder spanning worden toegepast.

c. Bescherming door behoud van een veilige werkafstand

Wanneer de bescherming door behoud van een veilige werkafstand wordt gebruikt, moet deze werkmethode ten minste de volgende drie punten omvatten:
- de in acht te nemen afstand die niet minder dan D_L mag bedragen, daarbij rekening houdend met de aard van de werkzaamheden en de nominale spanning van de elektrische installatie;
- de te hanteren criteria voor de aanduiding van het personeel dat instaat om deze werkzaamheden uit te voeren;
- de procedures die tijdens de werkzaamheden moeten worden gevolgd om het binnendringen in de zone onder spanning te vermijden.

Indien nodig is een aangepast toezicht te voorzien.

d. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bijvoorbeeld voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

e. Niet-elektrische werkzaamheden uitgevoerd door niet-elektriciens

Bij niet-elektrische werkzaamheden, zoals:
- bouwwerken;

- stellingbouw;
- installatie en gebruik van hijstoestellen, bouwmachines, hoogwerkers en brandweerladders;
- installatiewerkzaamheden;
- transportwerkzaamheden;
- schilder- en renovatiewerkzaamheden;
- installatie van andere uitrustingen en bouwuitrustingen,

moeten de afstanden voorgeschreven in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.* en in *afdeling 2.4.1.* m.b.t. het genaakbaarheidsgabarit nageleefd worden.

Bij de bepaling van de afstand moet rekening worden gehouden met:
- de spanning van het net;
- de aard van de werkzaamheden;
- de te gebruiken uitrustingen;
- het feit dat de betrokken personen gewone personen zijn.

In het geval van luchtlijnen moet men rekening houden met alle mogelijke bewegingen van de lijnen en met alle mogelijke verschuivingen, verplaatsingen, schommelingen, zwaai- of valbewegingen van de toestellen die voor de uitvoering van het werk worden gebruikt.

Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden

Het doel van het onderhoud bestaat erin om de elektrische installatie in een goede werkingsstaat te houden. Het onderhoud kan bestaan uit een «preventief onderhoud» dat systematisch uitgevoerd wordt om defecten te voorkomen, of uit een «correctief onderhoud» dat uitgevoerd wordt om defecte onderdelen te herstellen of te vervangen.

Er bestaan twee types van onderhoudswerkzaamheden:
- werkzaamheden tijdens welke de veiligheid van het onderhoudspersoneel in gevaar komt, hetgeen de toepassing van de werkprocedure beschreven in *afdeling 9.3.4.* vereist;
- werkzaamheden waarbij het ontwerp van de uitrusting de mogelijkheid biedt om een veilig onderhoud uit te voeren volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.4.* (bijvoorbeeld, de vervanging van smeltveiligheden of lampen).

Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel

Alle onderhoudswerkzaamheden moeten vóór hun uitvoering zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke.

Wanneer er onderhoudswerkzaamheden op een elektrische installatie worden uitgevoerd:
- moet het betrokken gedeelte van de installatie duidelijk worden gedefinieerd;
- moet er een persoon als verantwoordelijke voor het onderhoud worden aangeduid.

Waar noodzakelijk moeten de voorschriften voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

Het onderhoudspersoneel dat de werken uitvoert moet uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen bestaan. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

Alle veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen, met inbegrip van maatregelen die voor de bescherming van personen en goederen noodzakelijk zijn.

Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden

Herstellingswerkzaamheden kunnen ondermeer uit de volgende fases bestaan:
- het opsporen en lokaliseren van het defect;
- verhelpen van defecten en/of vervanging van componenten;
- opnieuw in dienst stellen van het herstelde gedeelte van de installatie.

Het kan nodig blijken om tijdens elke fase verschillende werkprocedures toe te passen.

Er moeten specifieke werkprocedures worden toegepast bij het opsporen en lokaliseren van defecten op een installatie onder spanning of via het toepassen van proefspanningen die gesteund zijn op de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Het verhelpen van defecten moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Er moeten aangepaste proefnemingen en regelingen worden uitgevoerd om te verzekeren dat de herstelde gedeelten van de installatie geschikt zijn om opnieuw onder spanning te worden gebracht.

Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden

a. Vervanging van smeltveiligheden

De vervanging van smeltveiligheden moet buiten spanning worden uitgevoerd door een vakbekwame persoon (BA5),volgens de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

b. Vervanging van toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van demonteerbare toebehoren buiten spanning worden uitgevoerd, volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.3.* De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking

In het geval van een tijdelijke onderbreking van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als werkverantwoordelijke werd aangeduid, alle nodige maatregelen treffen om de toegang tot niet-geïsoleerde delen onder spanning te beletten en elke niet-geoorloofde schakeling op de elektrische installatie te voorkomen.

Indien nodig, moet de persoon die als verantwoordelijke voor de elektrische installatie werd aangeduid, hiervan in kennis worden gesteld.

Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden

Aan het einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als verantwoordelijke voor het onderhoud werd aangeduid, de installatie opnieuw ter beschikking stellen van de persoon die als verantwoordelijke voor de installatie werd aangeduid en deze laatste via een bericht in kennis stellen van de toestand waarin zij zich bij de overdracht bevindt.

Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen

Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels

a. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheidszone van luchtlijnen

Werkzaamheden uitgevoerd in de nabijheidszone van een luchtlijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» zijn onderworpen aan de voorschriften van de *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en aan het verkrijgen van voorafgaandelijke schriftelijke machtiging van de beheerder van de lijn die de aanvrager inlicht omtrent de specifieke risico's en eventueel te nemen veiligheidsmaatregelen.

Daarenboven dient rekening gehouden te worden met de meest ongunstige stand van de lijn bij de bepaling van de nabijheidszone.

b. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheid van ondergrondse elektrische kabels

b.1. Principe

Geen enkel grondwerk, bestrating of ander werk mag in de omgeving van een ondergrondse elektrische kabel uitgevoerd worden zonder voorafgaand de eigenaar van de grond, de overheid die de eventueel gebruikte openbare weg beheert en de beheerder van de kabel te raadplegen. Het al dan niet aanwezig zijn van merktekens, zoals voorzien in *punt d* van *onderafdeling 5.2.10.2.* en in *afdeling 9.1.4.*, geeft geen vrijstelling van deze raadpleging.

Afgezien van deze raadpleging mag met de uitvoering van een werk slechts begonnen worden na lokalisatie van de kabels.

b.2. Spoedgevallen

De schikkingen van *punt b.1.*, eerste lid, zijn niet van toepassing indien de bestendigheid van de dienst een dringende uitvoering van de werken vereist. Indien de raadpleging niet is kunnen doorgaan mag men de werken niet aanvatten alvorens de ligging van de kabels bepaald is.

b.3. Gebruik van machines en mechanisch gereedschap voor grondwerk

Zonder dat de aannemer en de beheerder van de kabel voorafgaand overeengekomen zijn over de in acht te nemen voorwaarden mag men geen gebruik maken van machines of mechanisch

gereedschap in een zone tussen twee verticale vlakken op een afstand van 50 cm aan weerszijden van de kabel.

Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden

Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties

Eén of meer waarschuwingsborden moeten aanduiden:
- de niet-gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen op laagspanning en op zeer lage spanning die, buiten beide voormelde gevallen, niet volledig beschermd zijn tegen rechtstreekse aanraking;
- de elektrische schakel- en verdeelinrichtingen, machines, toestellen en leidingen op hoogspanning die zich in gewone ruimten bevinden.

Een dergelijk waarschuwingsbord is echter niet verplicht voor de elektrische boven- en ondergrondse lijnen en hun toebehoren.

De waarschuwingsborden moeten de vorm hebben van een op één zijde geplaatste gelijkzijdige driehoek. Zij zijn afgeboord met een zwarte band en dragen in het midden een zwart bliksemteken op een gele achtergrond conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.1. Waarschuwingsbord

Afdeling 9.4.2. Verbodsborden

Een verbodsbord moet aangebracht worden op zekere elektrische toestellen, machines en leidingen waarvan de aanraking of de benadering gevaarlijk kan zijn of op de deuren die toegang verstrekken tot zulk materieel, zelfs indien een dergelijk gevaar niet onmiddellijk blijkt (bv. condensatoren die geladen blijven na de uitschakeling van het net, op afstand bediende installaties...).

De verbodsborden moeten rond zijn en bevatten op de boord en in diagonaal een rode band en in het midden op witte achtergrond het zwarte symbool bestaande uit een lijnstuk, dat een deel onder spanning voorstelt, een bliksemteken en het schaduwbeeld van een mens, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.2. Verbodsbord

Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden

In de agglomeraties worden in voldoende aantal andere bijkomende borden voorzien op sommige hoogspanningsinstallaties, zoals de omvormingsposten, waarbij hun aanduiding ten minste het volledige telefoonnummer van de netbeheerder bevat.

Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden

De plaats en de afmetingen van deze borden moeten worden gekozen rekening houdend enerzijds met de afmetingen van de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen waarop zij geplaatst worden en anderzijds met de afstand waarop zij gewoonlijk worden waargenomen.

Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen

Met uitzondering van de gevallen vermeld in *hoofdstuk 9.3.* is het verboden:
- de beveiliging tegen elektrische schokken bij rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen;
- de actieve delen onder spanning van het elektrisch materieel zonder reden aan te raken;
- ieder systeem voor bescherming van de elektrische installatie weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen.

Gezien om gevoegd te worden bij ons besluit van waarbij het Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, het Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en het Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bindend worden verklaard.

Van Koningswege:
De Minister van Werk,

K. PEETERS

De Minister van Energie,

M.C. MARGHEM

BIJLAGE 3. Boek 3 Installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie

INHOUDSOPGAVE

OVERZICHT VAN DE FIGUREN III
OVERZICHT VAN DE TABELLEN VI
DEEL 1. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN VOOR HET ELEKTRISCH MATERIEEL EN DE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 1
Hoofdstuk 1.1. Inleiding 3
Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied 3
Hoofdstuk 1.3. Doel 3
Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes 4
Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties 4
DEEL 2. BEGRIPPEN EN DEFINITIES 5
Hoofdstuk 2.1. Inleiding 7
Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties 7
Hoofdstuk 2.3. Spanningen 11
Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken 13
Hoofdstuk 2.5. Aardingen 20
Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen 25
Hoofdstuk 2.7. Leidingen 27
Hoofdstuk 2.8. Materieel 31
Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing 32
Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden 32
Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle 38
Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties 41
DEEL 3. BEPALING VAN DE ALGEMENE KENMERKEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 43
Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden 45
Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren 46
Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit 48
Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties 49
Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties 49
DEEL 4. BESCHERMINGSMAATREGELEN 51
Hoofdstuk 4.1. Inleiding 55
Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken 55
Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden 85
Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom 95
Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning 101
Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen 102
DEEL 5. KEUZE EN GEBRUIK VAN HET MATERIEEL 105
Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel 109
Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen 111
Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht) 137
Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 157
Hoofdstuk 5.5. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij hoogspanning 160
Hoofdstuk 5.6. Veiligheidsinstallaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning) 167
Hoofdstuk 5.7. Kritische installaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning) 175
DEEL 6. CONTROLES VAN INSTALLATIES 181

Hoofdstuk 6.1. Inleiding 183
Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied 183
Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen 183
Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 187
Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken 191

DEEL 7. BEPALINGEN VOOR BIJZONDERE INSTALLATIES EN RUIMTEN 195
Hoofdstuk 7.1. Luchtlijnen 197
Hoofdstuk 7.2. Werfinstallaties en buiteninstallaties op laagspanning en op zeer lage spanning 226
Hoofdstuk 7.3. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 228
Hoofdstuk 7.4. Geleidende afgesloten ruimten 229
Hoofdstuk 7.5. Industriële accumulatorbatterijen 230

DEEL 8. BIJZONDERE VOORSCHRIFTEN MET BETREKKING TOT BESTAANDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 231
Hoofdstuk 8.1. Inleiding 233
Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties 233

DEEL 9. ALGEMENE VOORSCHRIFTEN DOOR PERSONEN NA TE LEVEN 237
Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar of beheerder 239
Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5 241
Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties 242
Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden 255
Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen 256

Overzicht van de figuren

Figuur 2.1. TN-S-systeem 8
Figuur 2.2. TN-C-systeem 9
Figuur 2.3. TN-C-S-systeem 9
Figuur 2.4. TT-systeem 10
Figuur 2.5. IT-systeem 10
Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd 14
Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element 15
Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 15
Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter 15
Figuur 2.10. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur 18
Figuur 2.11. Aardingsinstallatie 22
Figuur 2.12. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen 23
Figuur 2.13. Aardingsweerstand R_E 24
Figuur 2.14. Aardingsimpedantie Z_E 24
Figuur 2.15. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E 24
Figuur 2.16. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB} 25
Figuur 2.17. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB} 25
Figuur 2.18. Plaatsingswijze «holle blok» 29
Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kabelkanaal» 29
Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kabelrek» 29
Figuur 2.21. Plaatsingswijze «buis» 29
Figuur 2.22. Plaatsingswijze «kabelbaan» 30
Figuur 2.23. Plaatsingswijze «haak» 30
Figuur 2.24. Plaatsingswijze «goot» 30
Figuur 2.25. Plaatsingswijze «kraagstuk» 30
Figuur 2.26. Plaatsingswijze «lijst» 30
Figuur 2.27. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten» 31
Figuur 2.28. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone 39
Figuur 2.29. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende bescherminrichting 39
Figuur 2.30. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen bescherminrichting 40
Figuur 3.1. TN-C-S-net 47
Figuur 3.2. TT-net 47
Figuur 3.3. IT-net 48
Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1) 69
Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2) 69
Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem 71
Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem 71
Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem 71
Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem 73
Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout) 74
Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's) 75
Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's) 76
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen 113

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen 113
Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming 113
Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven en in een huls..... 113
Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw 114
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw 114
Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten 114
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten..... 114
Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken..... 115
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken..... 115
Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 115
Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 115
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers 115
Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen... 116
Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 116
Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 116
Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen..... 116
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 116
Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 116
Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 117
Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen 117
Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen 117
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen 117
Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 117
Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 118
Figuur 5.26. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken 118
Figuur 5.27. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken..... 118
Figuur 5.28. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen..... 119
Figuur 5.29. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen..... 119
Figuur 5.30. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen..... 119
Figuur 5.31. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht, ... 119
Figuur 5.32. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen... 119
Figuur 5.33. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen 120
Figuur 5.34. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan..... 120
Figuur 5.35. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot..... 120
Figuur 5.36. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten 120
Figuur 5.37. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken 120
Figuur 5.38. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water 121
Figuur 5.39. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren 121
Figuur 5.40. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement 134
Figuur 5.41 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen 135
Figuur 5.42. Schematische doorsnede van een sleuf 135
Figuur 5.43. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden..... 154

Figuur 5.44. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom) 154
Figuur 5.45. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom) 154
Figuur 5.46. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm^2) 162
Figuur 5.47. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s) 163
Figuur 5.48. Principe van een veiligheidsinstallatie 167
Figuur 7.1. Afstanden ten opzichte van gebouwen 200
Figuur 7.2. Staande isolatoren – Bovenaanzicht 212
Figuur 7.3. Staande isolatoren – Perspectief 212
Figuur 7.4. Halfverankerd type – Zijaanzicht 212
Figuur 7.5. Verankerd type – Zijaanzicht 212
Figuur 7.6. Enkele isolatorketting – Bovenaanzicht 212
Figuur 7.7. Isolerende mastarm met een drukisolator – Perspectief 213
Figuur 7.8. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren – Perspectief 213
Figuur 7.9. Inrichting met dubbele ketting zonder bretel – Verankerd type 214
Figuur 7.10. Inrichting met enkele ketting zonder bretel 214
Figuur 7.11. Isolerende mastarm met een drukisolator – Perspectief 215
Figuur 7.12. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren – Perspectief 215
Figuur 7.13. Verboden zone van een «beschermde kabel» 216
Figuur 7.14. Zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» 217
Figuur 7.15. Verbodsbord 225
Figuur 9.1. Waarschuwingsbord 255
Figuur 9.2. Verbodsbord 256

Overzicht van de tabellen

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom 12
Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom 12
Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L 16
Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ 17
Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden 32
Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) 33
Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden 33
Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD) 33
Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 33
Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF) 34
Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 34
Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 35
Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 35
Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN) 35
Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA) 35
Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB) 36
Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 36
Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) . 37
Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 37
Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA) 37
Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB) 38
Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V 40
Tabel 4.1. Maximale norminale spanning (in V) bij gebruik van ZLVS 60
Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen 63
Tabel 4.3. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding 77
Tabel 4.4. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal 82
Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit 86
Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 89
Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie 90
Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand . 90
Tabel 4.9. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. 93
van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden 93
Tabel 4.10. Maximale waarde van het niet-gestoorde elektrische veld 102
Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben 111
Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 137
Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA) 137
Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD) 138
Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 138
Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA) 139
Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB) 140

Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC) 140
Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders 158
Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is..... 158
Tabel 5.11. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen 161
Tabel 5.12. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal 161
Tabel 5.13. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur 163
Tabel 5.14. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden..... 164
Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden 188
Tabel 7.1. Vermeerdering (in m) van de afstand bij hoogspanningsluchtlijnen 202
Tabel 7.2. Afstand «a» (m) 203
Tabel 7.3. Minimale waarden van de breukbelasting bij trek, in newton (N) 204
Tabel 7.4. Waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven 204
Tabel 7.5. Dynamische druk q_b in functie van de hoogte..... 206
Tabel 7.6. Waarden van de aërodynamische coëfficient voor de Z-vormige gesloten kabels 207
Tabel 7.7. Aerodynamische coëfficiënt c in functie van het profieltype 207
Tabel 7.8. Aerodynamische coëfficiënt c voor betonnen palen 208
Tabel 7.9. Toegelaten belastingen voor palen uit enkelvoudige profielijzers en masten in vakwerk (in N/mm^2)..... 208
Tabel 7.10. Herleidingsfactor van de doorsnede voor volle staven in gewalst staal 209
Tabel 7.11. Types van veiligheidsinrichtingen..... 212
Tabel 7.12 Gebruiksvoorwaarden..... 213
Tabel 7.13. Waarden van de straal «r» (in m)..... 216
Tabel 7.14. Afstand «a» (in m) in functie van de spanning van de luchtlijn 219
Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden 240

Deel 1. Algemene voorschriften voor het elektrisch materieel en de elektrische installaties

HOOFDSTUK 1.1. INLEIDING **3**

HOOFDSTUK 1.2. TOEPASSINGSGEBIED **3**

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden **3**

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen **3**

HOOFDSTUK 1.3. DOEL **3**

HOOFDSTUK 1.4. FUNDAMENTELE PRINCIPES **4**

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties **4**

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning 4

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen 4

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud 4

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel **4**

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel 4

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen 4

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen 4

HOOFDSTUK 1.5. GRENZEN VAN DE INSTALLATIES **4**

Hoofdstuk 1.1. Inleiding

Het Boek 3 betreft installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder.

Dit Boek is opgedeeld in:
- Deel x.
- Hoofdstuk x.x.
- Afdeling x.x.x.
- Onderafdeling x.x.x.x.

Men verstaat in dit Boek onder:

- **Boek 1:** boek over *de installaties op laagspanning en op zeer lage spanning*.
- **Boek 2:** boek over *de installaties op hoogspanning*.

Hoofdstuk 1.2. Toepassingsgebied

Afdeling 1.2.1. Algemene voorwaarden

De voorschriften van dit Boek gelden:
- voor alle installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de openbare netbeheerders voor zover de nominale frequentie van de stroom niet groter is dan 10.000 Hz;
- voor hun hulpinstallaties (verlichting, verwarming…), met inbegrip van de aansluitingen op dit net en de bijbehorende meetinstallaties;
- voor kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening (met uitzondering van de inwendige stroombanen van elektrische machines en toestellen) in het geval van de voorzorgsmaatregelen tegen brand zoals vermeld in *afdelingen 4.3.3.*, *5.2.8.* en *5.6.6.*
- voor de keuze en de plaatsing van de vaste toestellen van de installaties voor informatica, van de installaties voor gegevensverwerking, van de installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging, en dit voor wat betreft de uitwendige invloeden bedoeld in *hoofdstuk 2.10*.

Voor de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerders, andere dan de openbare netbeheerders, kunnen de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, dienaangaande bij besluit, specifieke voorwaarden voor de integratie van deze installaties in het Boek 3 vastleggen.

De installaties uitgebaat door de netbeheerder die niet beantwoorden aan de bovenstaande voorwaarden, vallen onder de toepassingsdomeinen van Boek 1 en van Boek 2 .

Afdeling 1.2.2. Uitzonderingen

De voorschriften van dit Boek gelden niet voor installaties voor informatica, voor installaties voor gegevensverwerking, voor teletransmissieinstallaties, voor installaties op zeer lage spanning die vallen onder de Wet tot regeling van de private en bijzondere veiligheid (inbraakdetectie, branddetectie en camerabewaking) en voor elk ander systeem van gegevensoverbrenging. Deze installaties en systemen moeten echter beantwoorden aan de regels van goed vakmanschap. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen dienaangaande bij besluit, specifieke voorschriften vastleggen.

Hoofdstuk 1.3. Doel

Het doel van dit Boek is voorschriften te bepalen aangaande de keuze van het materieel, de uitvoering, de bescherming, het gebruik en de controle van elektrische installaties voor transmissie en distributie uitgebaat door de netbeheerder, teneinde het minimale veiligheidsniveau te verzekeren.

Hoofdstuk 1.4. Fundamentele principes

Afdeling 1.4.1. Elektrische installaties

Onderafdeling 1.4.1.1. Nominale spanning

Elektrische installaties moeten in al hun onderdelen ontworpen en uitgevoerd worden in functie van hun nominale spanning.

Onderafdeling 1.4.1.2. Regels van goed vakmanschap – Gelijkvormigheid met de normen

De normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, indien er bestaan, en alle bepalingen, die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden, moeten beschouwd worden als regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 1.4.1.3. Uitvoering en onderhoud

De elektrische installaties moeten uitgevoerd worden:
- met veilig elektrisch materieel,
- overeenkomstig hun bestemming,
- opdat correct onderhoud mogelijk is in al hun samenstellende delen,

en dit volgens de voorschriften van dit Boek en de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

De als dusdanig uitgevoerde installaties brengen, bij correct onderhoud en bij gebruik overeenkomstig hun bestemming, de veiligheid van personen alsook het behoud van goederen niet in gevaar.

Onderafdeling 1.4.1.4. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrische installaties moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Afdeling 1.4.2. Elektrisch materieel

Onderafdeling 1.4.2.1. Veilig elektrisch materieel

In een elektrische installatie mogen slechts veilige elektrische machines, toestellen en leidingen aangewend worden. Dit wil zeggen dat ze moeten gebouwd zijn volgens de regels van goed vakmanschap en dat ze in geval van foutloze installatie en onderhoud, en toepassing volgens hun bestemming, zowel de veiligheid van personen als het behoud van goederen niet in gevaar mogen brengen.

Onderafdeling 1.4.2.2. Herstellingen, toevoegingen en wijzigingen

De herstellingen, toevoegingen en wijzigingen van elektrisch materieel moeten uitgevoerd worden met veilig materieel, overeenkomstig de voorschriften van dit Boek en volgens de regels van goed vakmanschap (indien de voorschriften niet in dit Boek bestaan).

Onderafdeling 1.4.2.3. Naleving van de normen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, elke door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of elke bepaling die ten een minste gelijkwaardig veiligheidsniveau biedt, betreffende elektrisch materieel en installatie, verplicht maken.

Het elektrisch materieel moet ten minste beantwoorden aan de criteria vermeld in *afdeling 5.1.3*.

Hoofdstuk 1.5. Grenzen van de installaties

Men beschouwt de aansluitklemmen aan de laagspanningszijde van de hoogspanning / laagspanningstransformator als grens tussen laagspannings- en hoogspanningsinstallatie.

Onverminderd de regionale technische reglementen voor het beheer van het elektrische distributienet, beschouwt men de grens van de installatie voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder, als zijnde de exploitatiegrens tussen de netbeheerder en de netgebruiker zoals bepaald in het aansluitingscontract of in het aansluitingsreglement.

Deel 2. Begrippen en definities

HOOFDSTUK 2.1. INLEIDING **7**

HOOFDSTUK 2.2. KENMERKEN VAN DE INSTALLATIES **7**

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken **7**

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen 7

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spannning 7

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden **10**

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties **11**

HOOFDSTUK 2.3. SPANNINGEN **11**

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen **11**

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom **12**

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom **12**

HOOFDSTUK 2.4. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN **13**

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen **13**

Onderafdeling 2.4.1.1. Algemeenheden 13

Onderafdeling 2.4.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 17

Onderafdeling 2.4.1.3. Bij hoogspanning 17

Afdeling 2.4.2. Isolaties **18**

Onderafdeling 2.4.2.1. Algemeenheden 18

Onderafdeling 2.4.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 18

Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel voor lage en zeer lage spanning met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken **19**

HOOFDSTUK 2.5. AARDINGEN **20**

Afdeling 2.5.1. Algemeenheden **20**

Afdeling 2.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning **21**

Afdeling 2.5.3. Bij hoogspanning **22**

HOOFDSTUK 2.6. ELEKTRISCHE STROOMBANEN **25**

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen **25**

Onderafdeling 2.6.1.1. Algemeenheden 25

Onderafdeling 2.6.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 25

Afdeling 2.6.2. Stromen **25**

Afdeling 2.6.3. Laagspanningstransformatoren **26**

Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen **26**

Onderafdeling 2.6.4.1. Algemeenheden 26

Onderafdeling 2.6.4.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 26

HOOFDSTUK 2.7. LEIDINGEN **27**

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen **27**

Onderafdeling 2.7.1.1. Algemeenheden 27

Onderafdeling 2.7.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 28

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen **29**

Onderafdeling 2.7.2.1. Algemeenheden 29

Onderafdeling 2.7.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 30

HOOFDSTUK 2.8. MATERIEEL **31**

Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen **31**

Onderafdeling 2.8.1.1. Algemeenheden 31

Onderafdeling 2.8.1.2. Bij laagspanning 31

Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden **31**

Onderafdeling 2.8.2.1. Algemeenheden 31

Onderafdeling 2.8.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 31
HOOFDSTUK 2.9. SCHEIDING EN BESTURING 32
HOOFDSTUK 2.10. UITWENDIGE INVLOEDEN 32
Afdeling 2.10.1. Algemeenheden 32
Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA) 32
Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD) 33
Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 33
Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF) 33
Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG) 34
Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH) 34
Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 34
Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) 35
Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN) 35
Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA) 35
Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB) 36
Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC) 36
Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD) 36
Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE) 37
Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA) 37
Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB) 37
HOOFDSTUK 2.11. WERKZAAMHEDEN EN CONTROLE 38
Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties 38
Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties 40
HOOFDSTUK 2.12. SCHEMA'S, PLANNEN EN DOCUMENTEN VAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 41

Hoofdstuk 2.1. Inleiding

Verschillende technische begrippen worden bepaald in dit deel in de gevallen waarvoor deze begrippen algemeen zijn.

Al deze bepalingen zijn van toepassing in dit Boek.

Andere definities, deze van begrippen die specifiek van toepassing zijn op een deel van het Boek, zijn in het betrokken deel opgenomen.

Tenzij anders vermeld gelden in dit Boek de aanduidingen inzake spanning zowel voor gelijkspanning als voor wisselspanning.

Hoofdstuk 2.2. Kenmerken van de installaties

Afdeling 2.2.1. Algemene kenmerken

Onderafdeling 2.2.1.1. Algemene begrippen

In de volgende definities moet het begrip «lokaal» begrepen worden als volgt: een overdekte ruimte begrensd door scheidingswanden, te weten door een vloer, wanden en een zoldering; deze scheidingswanden zijn vol of bevatten slechts openingen die geen doorgang verlenen aan een lange rechte draad van 1 mm diameter.

Elektrische installatie: een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen.

Vaste installatie (ook blijvende installatie genoemd): installatie die niet beantwoordt aan de definitie van een tijdelijke installatie, noch aan de definitie van een mobiele of verplaatsbare installatie.

Tijdelijke installatie: installatie die enkel een beperkte duur heeft zoals:
- hetzij een installatie die voor inrichtingen van beperkte duur bestemd is, die buiten het voorziene toepassingsgebied van ruimten vallen hetzij een installatie die zich regelmatig herhaalt;
- hetzij een installatie die voor de uitvoering van bouwwerken van gebouwen en dergelijke bestemd is (bijvoorbeeld, werfinstallaties bedoeld in *hoofdstuk 7.2.*).

Mobiele of verplaatsbare installatie: installatie die kan worden verplaatst, al dan niet onder spanning, hetzij door zijn eigen middelen hetzij door de gebruiker.

Plaats: een niet-noodzakelijk overdekte ruimte en niet-noodzakelijk begrensd door wanden of omheiningen.

Omheinde plaats: een niet noodzakelijk overdekte ruimte begrensd hetzij door een of meer scheidingswanden, hetzij door hindernissen ter afsluiting van een ruimte.

Ruimte van de elektrische dienst: een lokaal of een omheinde plaats die hoofdzakelijk of exclusief dient voor de uitbating van elektrische installaties.

Dienstplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is voor de uitbating van de elektrische installaties (bijvoorbeeld toezicht, bediening, regeling sturing...).

Onderhoudsplaatsen: de plaatsen, gelegen binnen ruimten van de elektrische dienst, waarvan de toegang nodig is, hoofdzakelijk voor het normaal onderhoud van de elektrische installaties (bijvoorbeeld vervanging van smeltveiligheden, het in goede staat houden...).

Functionele opening: opening die voor het lokaal of de omheinde plaats de functie mogelijk maakt die het moet vervullen. Het betreft voornamelijk toegangsdeuren, verluchtingsopeningen, doorgangsopeningen voor leidingen, mechanisch bedieningsmaterieel...

Gewone ruimte: een lokaal of een plaats die geen ruimte van de elektrische dienst is.

Normaal bedrijf: een situatie waarin elektrische en niet-elektrische installaties binnen de ontwerpparameters worden gebruikt.

Onderafdeling 2.2.1.2. Aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spannning

a. Algemeenheden

De aardverbindingssystemen, in beschouwing genomen in het kader van dit Boek, worden elk gekenmerkt door een code bestaande uit ten minste twee letters, en eventueel uit drie of vier letters:
- de eerste letter geeft de relatie aan tussen het verdeelnet en de aarde:
  T: rechtstreekse verbinding van een punt met de aarde;

I: hetzij isolatie van alle actieve delen ten overstaan van de aarde;
hetzij verbinding van een punt met de aarde via een voldoende grote impedantie;

- de tweede letter geeft de relatie aan tussen de massa's van de elektrische installatie en de aarde:
  T: rechtstreeks geaarde massa's onafhankelijk van een eventuele aarding van een punt van het verdeelnet;
  N: massa's verbonden met de geaarde geleider van het verdeelnet (bij wisselstroom, is het de nulgeleider die normaal geaard wordt);
- de eventuele derde of vierde letter, door een streepje gescheiden van de eerste twee en eventueel van elkaar, geven de uitvoering aan van de nulgeleider en van de beschermingsgeleider:
  S: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden verzekerd door afzonderlijke geleiders;
  C: één geleider vervult zowel de functie van nulgeleider als van beschermingsgeleider (PEN-geleider).

b. Beschrijving van de systemen

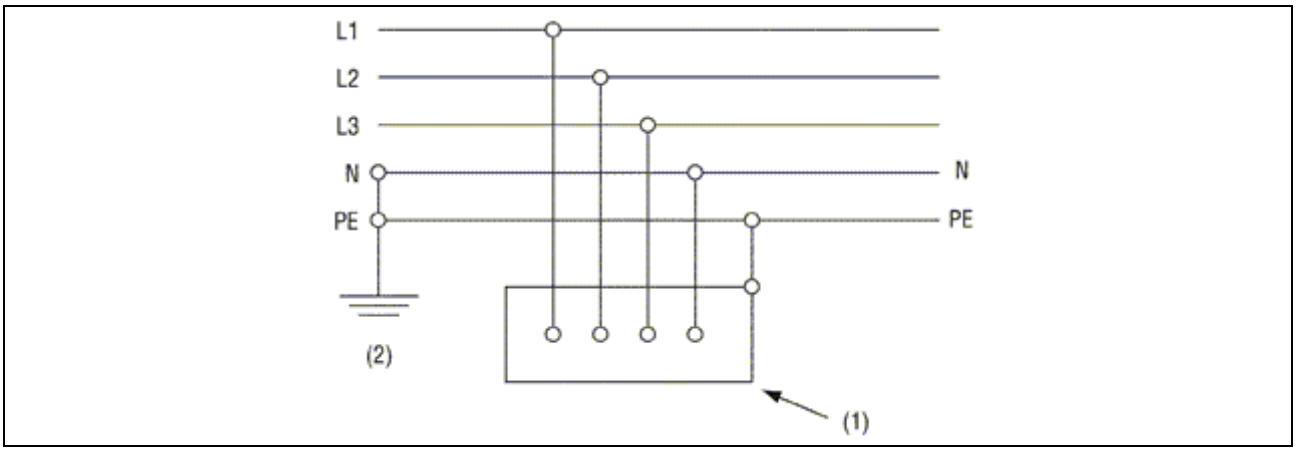
De types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:
- de varianten TN-S, TN-C-S en TN-C van het TN-systeem;
- het TT-systeem;
- het IT-systeem.

b.1. De varianten van het TN-systeem

Bij het TN-systeem is een punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn met dit punt verbonden door middel van beschermingsgeleiders. Naargelang de uitvoering van de nulgeleider en de beschermingsgeleider worden drie types van TN-systemen voorzien.

- TN-S-systeem: de nulgeleider en de beschermingsgeleider zijn afzonderlijke geleiders in het volledige net.

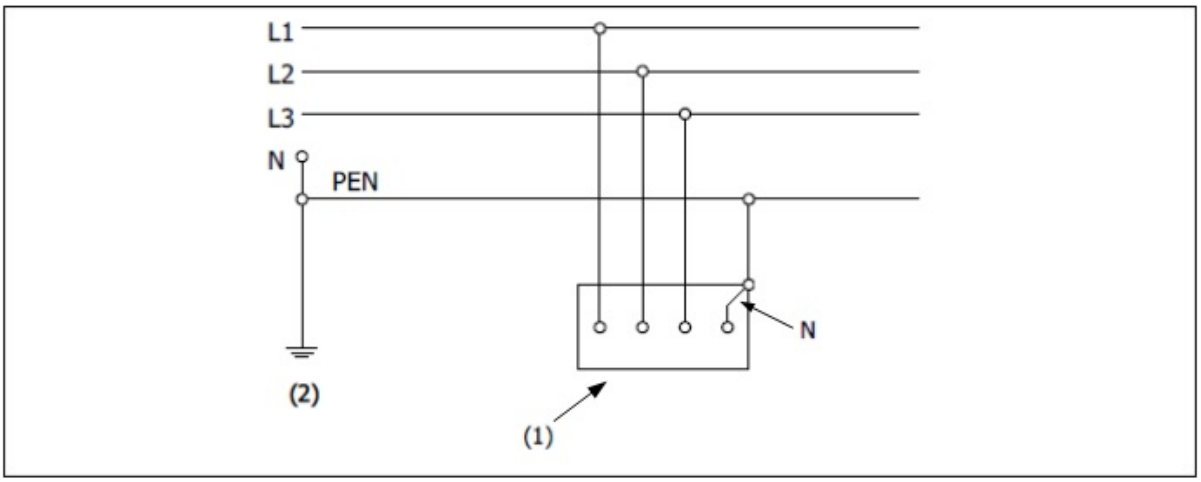
Figuur 2.1. TN-S-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

- TN-C systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde geleider in het volledige net.

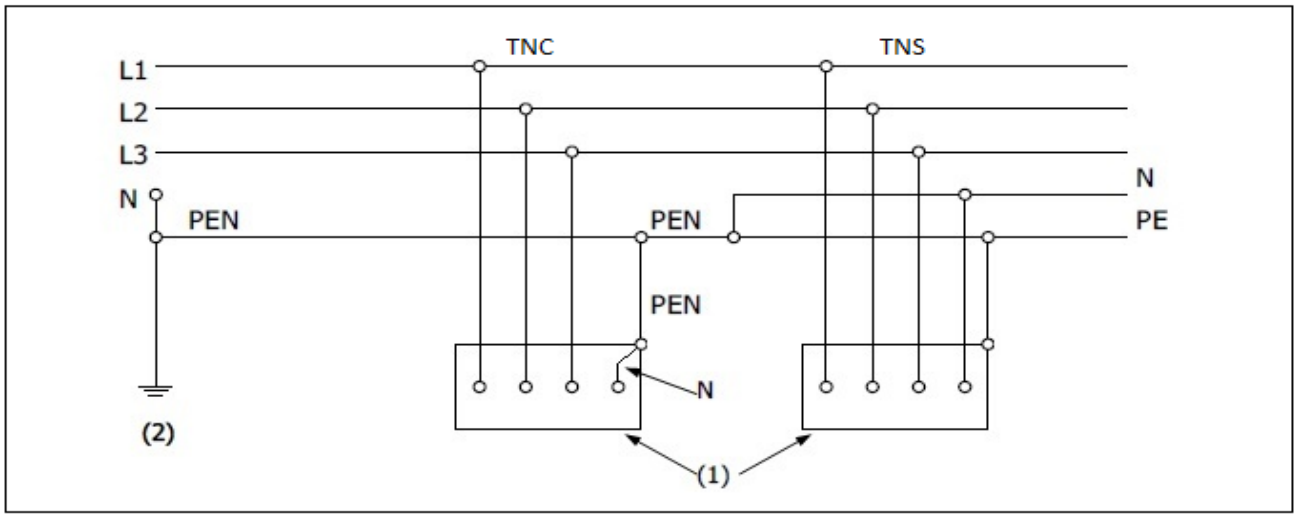
Figuur 2.2. TN-C-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

– TN-C-S-systeem: de functies van nulgeleider en beschermingsgeleider worden vervuld door dezelfde geleider in een deel van het net.

Figuur 2.3. TN-C-S-systeem

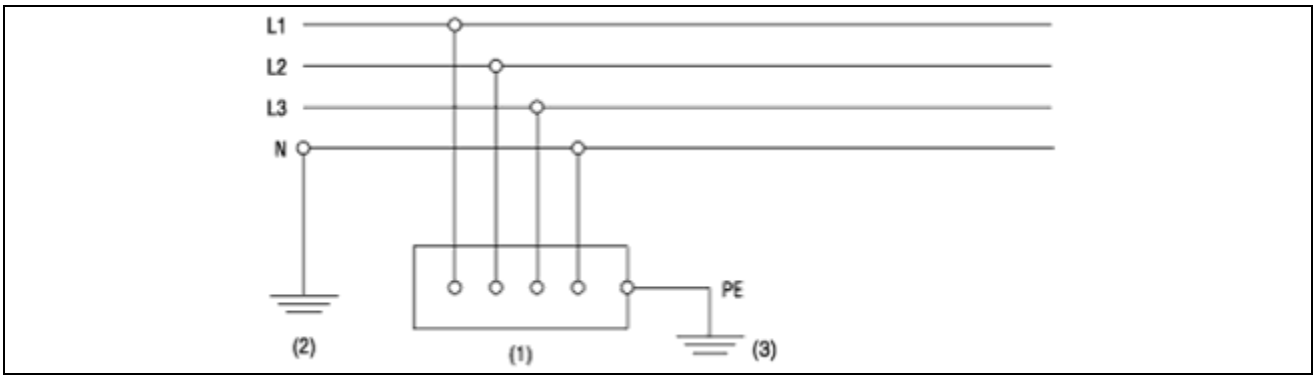


(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

b.2. TT-systeem

Bij een TT-systeem is een punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard en de massa's van de elektrische installatie zijn verbonden met aardverbindingen die elektrisch gescheiden zijn van de aardverbindingen van het verdeelnet.

Figuur 2.4. TT-systeem

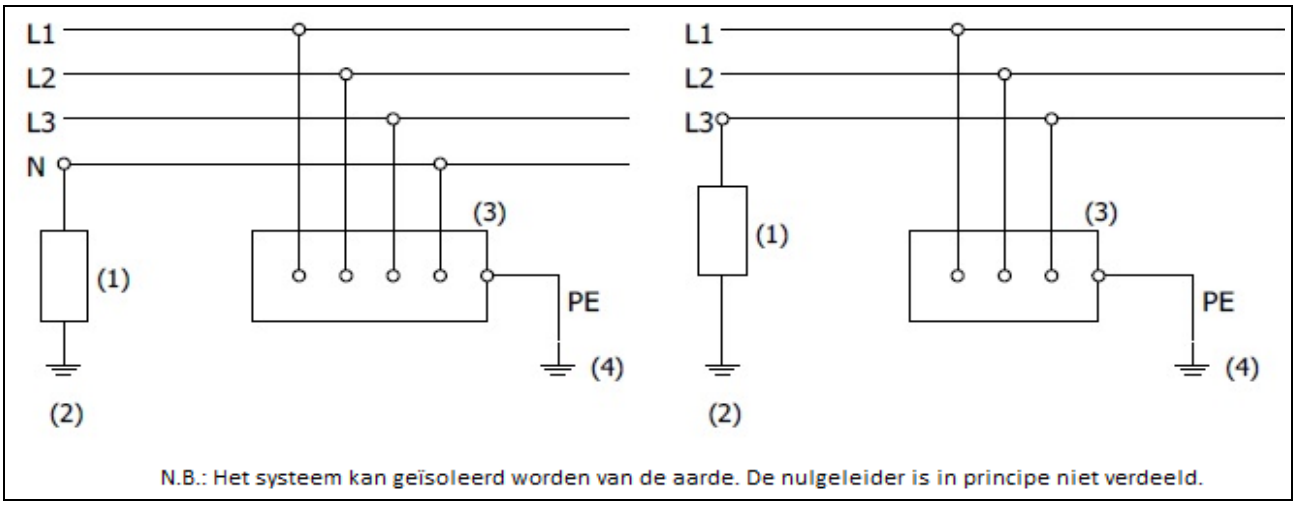


(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

b.3. IT-systeem

Bij een IT-systeem is er geen enkel punt van het verdeelnet rechtstreeks geaard hetzij of is er een verbinding van een punt met de aarde via een voldoende grote impedantie, terwijl de massa's van de elektrische installatie wel geaard zijn.

Figuur 2.5. IT-systeem



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 2.2.2. Grootheden en eenheden

De eenheden en symbolen, verder in dit Boek gebruikt, zijn bepaald door het Koninklijk besluit van 4 oktober 1977, dat wijzigingen bevat van het koninklijk besluit van 14 september 1970 dat betrekking heeft op het gedeeltelijk in uitvoering brengen van de wet van 16 juni 1970 op de meeteenheden, de meetstandaarden en de meetwerktuigen en tot vaststelling van de wettelijke meeteenheden en van de standaarden en regels ter reproductie van deze eenheden.

Nominale waarde: waarde die gebruikt wordt om materieel aan te duiden door een kenmerkende grootheid (stroom, spanning...). Deze waarde is meestal gelijkaardig aan de toegekende waarde van dit materieel.

Toegekende waarde: waarde van een grootheid, meestal bepaald door de constructeur voor een gespecificeerde werking van een onderdeel van een inrichting of uitrusting.

Effectieve waarde: voor een tijdsafhankelijke grootheid is het de positieve vierkantswortel van de gemiddelde waarde van het kwadraat van de grootheid over het gegeven tijdsinterval (ook genoemd rms-waarde – *root mean square*).

Rimpelfactor: verhouding van de effectieve waarde van de periodische component van de stroom of de spanning tot de absolute waarde van hun gelijkspanningscomponent.

Joule-integraal: integraal van het kwadraat van de stroom in een gegeven tijdsinterval ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Afdeling 2.2.3. Diverse Installaties

Veiligheidsverbruiker: uitrusting of systeem die/dat gedurende een bepaalde tijd om veiligheidsredenen voor personen in dienst moet blijven.

Veiligheidsinstallatie: elektrische installatie samengesteld uit de veiligheidsvoeding en de veiligheidsverbruiker.

Veiligheidsvoeding: voorziene voeding om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers te garanderen. Ze is samengesteld uit de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombaan.

Veiligheidsbron: elektrische bron deel uitmakend van de veiligheidsvoeding.

Kritische verbruiker: uitrusting of systeem waarvoor het functiebehoud is vereist om andere redenen dan deze van de veiligheid van personen.

Kritische installatie: elektrische installatie samengesteld uit de kritische verbruiker, zijn stroombaan en zijn eventuele vervangingsbron.

Vervangingsbron: elektrische bron voorzien om de voeding van een elektrische installatie of gedeelten van deze installatie of een toestel, om anderen redenen dan deze van de veiligheid van personen, bij het uitvallen van de normale bron te garanderen. Ze kan voor de voeding van de kritische installaties gebruikt worden.

Verbruiker met positieve veiligheid: een verbruiker waarvan de veiligheidsfunctie bij het uitvallen van de normale voeding in de tijd behouden blijft. Voorbeeld van een verbruiker met positieve veiligheid: een branddeur die door een elektromagneet in open positie wordt gehouden en die bij het uitvallen van de voeding mechanisch en automatisch sluit.

Normale bron: elektrische hoofdbron van een elektrische installatie onder normale gebruiksvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.3. Spanningen

Afdeling 2.3.1. Algemene begrippen

Nominale spanning van elektrisch materieel: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van het elektrisch materieel en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van dit materieel vastgelegd worden.

Nominale spanning van een elektrische installatie: spanning die gegeven wordt door de kenmerken van een elektrische installatie en waardoor de beproevingsvoorwaarden en de spanningsgrenzen van deze installatie vastgelegd worden. Deze waarde houdt geen rekening noch met voorbijgaande overspanningen bijvoorbeeld veroorzaakt door schakelen, noch met tijdelijke abnormale spanningsveranderingen, bijvoorbeeld wegens fouten in het voedingsnet.

Periodische spanning: spanning met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselspanning: periodische spanning waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke spanning die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkspanning: spanning met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische spanning die niet van teken verandert tijdens de periode.

Gelijkspanning met rimpel: spanning met een rimpelfactor die groter is dan 0,1.

Gelijkspanning zonder rimpel: spanning met een rimpelfactor kleiner dan of gelijk aan 0,1; nochtans wordt de maximale effectieve waarde van de periodische component vastgesteld op:

- 3 V voor gelijkspanningen kleiner dan of gelijk aan 30 V;
- 6 V voor gelijkspanningen groter dan 30 V maar kleiner dan of gelijk aan 60 V;
- 12 V voor gelijkspanningen groter dan 60 V maar kleiner dan of gelijk aan 120 V.

Hoogspanning (HS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*

Laagspanning (LS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3.*

Zeer lage spanning (ZLS): spanning waarvan de waarde bepaald is in *afdelingen 2.3.2* en *2.3.3.*

Zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden, en
- in foutomstandigheden, met inbegrip van aardfouten in andere stroombanen,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

Zeer lage beschermingsspanning (ZLBS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden, en
- in foutomstandigheden, met uitzondering van aardfouten in andere stroombanen,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

De ZLBS verschilt van de ZLVS door het feit dat een punt van de stroombaan op ZLBS met de aarde mag worden verbonden.

Zeer lage functionele spanning (ZLFS): zeer lage spanning waarvan de waarde beperkt blijft:
- in normale bedrijfsomstandigheden,

tot deze van de absolute conventionele grensspanning bepaald in *onderafdeling 2.4.1.1.*

Beschermingsscheiding op ZLS en LS: een scheiding tussen de actieve delen op ZLS en LS die een isolatiedoorslagvastheid heeft gelijkwaardig aan deze van de dubbele isolatie.

Afdeling 2.3.2. Spanningsgebieden in wisselstroom

Voor wisselspanningen worden de effectieve waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.1.*

Tabel 2.1. Spanningsgebieden in wisselstroom

		Spanningsgebieden in wisselstroom (V)
Zeer lage spanning		$U \leq 50$
Laagspanning	1e categorie	$50 < U \leq 500$
	2e categorie	$500 < U \leq 1000$
Hoogspanning	1e categorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e categorie	$U > 50000$

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Afdeling 2.3.3. Spanningsgebieden in gelijkstroom

Voor gelijkspanningen worden de gemiddelde waarden aangegeven.

De indeling van een elektrische installatie in één van de spanningsgebieden geschiedt in functie van haar nominale spanning *U* tussen actieve geleiders volgens *tabel 2.2.*

Tabel 2.2. Spanningsgebieden in gelijkstroom

		Spanningsgebieden (V)	
		in gelijkstroom met rimpel	***in gelijkstroom zonder rimpel***
Zeer lage spanning		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Laagspanning	1e categorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e categorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Hoogspanning		$U > 1500$	$U > 1500$

Bovendien wordt, wanneer de spanning tussen een van de actieve geleiders en een vreemd geleidend deel de in de tabel vermelde waarden overschrijdt, deze spanning gebruikt om de indeling van de elektrische installatie te bepalen.

Hoofdstuk 2.4. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 2.4.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.4.1.1. Algemeenheden

Elektrische schok: fysiopathologisch verschijnsel veroorzaakt door een elektrische stroom in het menselijk lichaam.

Rechtstreekse aanraking: aanraking door personen van actieve delen van elektrisch materieel.

Onrechtstreekse aanraking: aanraking door personen van toevallig onder spanning staande massa's.

Schokstroom: de stroom die door het menselijk lichaam vloeit en die een elektrische schok veroorzaakt.

Actieve geleider: een geleider bestemd voor het overbrengen van elektrische energie. De nulgeleider bij wisselstroom en de compensatorgeleider bij gelijkstroom, zelfs indien deze geleiders gebruikt worden als beschermingsgeleider beantwoorden eveneens aan deze bepaling.

Actieve delen:
- de geleiders en geleidende delen van elektrisch materieel dat bij normaal gebruik onder spanning kan staan, met inbegrip van de geleidende delen, rechtstreeks verbonden met de nulgeleider bij wisselstroom of met de compensatorgeleider bij gelijkstroom. De PEN-geleider wordt bij conventie niet als actief deel beschouwd;
- de delen van sommige elektrische machines of toestellen (bijvoorbeeld in verband met ontstoringsmaatregelen) indien de desbetreffende bijzondere voorschriften dit voorzien of indien de installatie- en gebruiksvoorwaarden zodanig zijn dat deze geleidende delen in normale omstandigheden op een spanning kunnen gebracht worden die groter is dan de maximumwaarde van de zeer lage spanning. Dit geldt, bij elektrisch materieel van de klasse II (bepaald bij *afdeling 2.4.3.*), eveneens voor geleidende delen die enkel van de actieve delen geïsoleerd zijn door een basisisolatie.

Gelijktijdig genaakbare delen of stukken: geleiders of geleidende blanke delen die gelijktijdig door een persoon kunnen aangeraakt worden, dit wil zeggen die zich op een afstand van elkaar bevinden die gegeven wordt door de volgende formule:

$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$

met een minimum van 2,50 m. Hierin is U_N de nominale spanning, uitgedrukt in kV, tussen deze delen of stukken.

Kunnen beschouwd worden als gelijktijdig genaakbare delen of stukken:
- actieve delen;
- massa's;
- geleidende delen, vreemd aan de elektrische installatie;
- beschermingsgeleiders, equipotentiale geleiders;
- aardelektroden;
- de grond en geleidende vloeren.

Tussenstuk: niet-genaakbaar en geleidend deel van elektrisch materieel dat in normale omstandigheden niet onder spanning staat, maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

Massa: genaakbaar geleidend deel dat geen actief deel is maar dat bij een fout onder spanning kan komen.

De term *massa* beduidt hoofdzakelijk genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, normaal geïsoleerd van de actieve delen maar die er toevallig mee in aanraking kunnen komen als gevolg van een tekortkoming in de schikkingen, genomen om hun isolatie te verzekeren. Deze tekortkoming kan het gevolg zijn van het in gebreke blijven van de basisisolatie, de bevestigings- of beschermingrichtingen.

Onder massa wordt namelijk verstaan:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel, enkel van de actieve delen gescheiden door een basisisolatie;
- vreemde geleidende delen, elektrisch verbonden of in aanraking met het geleidend of isolerend uitwending oppervlak van elektrisch materieel dat slechts een basisisolatie omvat.

Dit is met name ook het geval voor metalen deurlijsten gebruikt als doorgang voor elektrische leidingen, als steun voor elektrische toestellen met basisisolatie of geplaatst in contact met het uitwendig omhulsel van deze toestellen.

Uit de bepaling van massa volgt eveneens dat:
- genaakbare metalen delen van elektrisch materieel dat niet van de klasse II is, metalen bewapening van kabels en bepaalde metalen buizen massa's zijn;
- geen enkel deel van elektrisch materieel van de klasse II als massa beschouwd wordt.

Met de term *massa* wordt eveneens elk metalen voorwerp bedoeld dat door gewilde plaatsing of als gevolg van een bestaande toestand, elektrisch verbonden of in aanraking is met het uitwendig oppervlak van elektrisch materieel met basisisolatie.

In de ruimere betekenis moeten alle metalen voorwerpen in de nabijheid van niet-geïsoleerde actieve delen als massa beschouwd worden indien er een groot risico bestaat dat ze in elektrisch contact komen met deze actieve delen als gevolg van onvolkomenheden van de bevestigingsmiddelen (zoals loskomen van verbindingen, breuk van geleider...).

Geleidend deel, vreemd aan de elektrische installatie (afgekort: **vreemd geleidend deel**): geleidend deel dat niet tot de elektrische installatie behoort en dat een potentiaal, de aardpotentiaal inbegrepen, kan overbrengen.

Deze vreemde geleidende delen zijn namelijk:
- metalen delen gebruikt in de constructie van gebouwen;
- metalen leidingen voor gas, water, verwarming... en de niet-elektrische toestellen die erop aangesloten zijn (radiatoren, niet-elektrische fornuizen, metalen gootstenen...);
- niet-isolerende vloeren en wanden.

Fout: toevallige elektrische verbinding tussen twee punten op verschillende potentialen. De verbinding kan rechtstreeks zijn of een zekere impedantie vertonen.

Impedantie van de foutlus: totale impedantie die de foutstroom bepaalt.

Foutstroom: stroom die ontstaat door een fout.

Aardfoutstroom: foutstroom die naar de aarde vloeit.

Lekstroom: stroom die in een foutloze elektrische stroombaan naar de aarde of naar de vreemde geleidende delen vloeit.

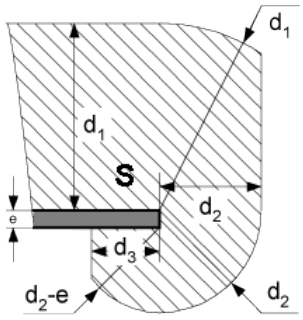
Foutspanning: spanning die bij een isolatiefout ontstaat tussen een massa en een punt waarvan de potentiaal niet veranderd wordt door het onder spanning brengen van de massa.

Contactspanning: spanning die, in het raam van de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen, bij een isolatiefout bestaat of kan ontstaan tussen gelijktijdig genaakbare delen, met uitzondering van actieve delen.

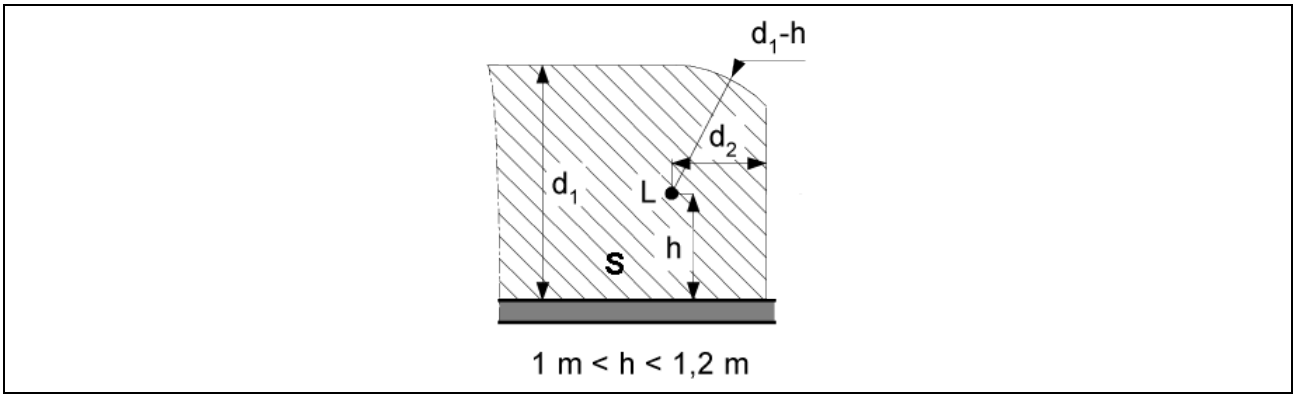
Verplaatsingsoppervlak: vast oppervlak waarop personen zich in normale omstandigheden bevinden of zich verplaatsen; dit oppervlak wordt begrensd door zijn eigen schikking of door één of meer materiële elementen.

Genaakbaarheidsgabarit: volume dat gelegen is rond een verplaatsingsoppervlak en dat begrensd is zoals vermeld in de *figuren 2.6.* t.e.m. *2.9.*

Figuur 2.6. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is natuurlijk begrensd

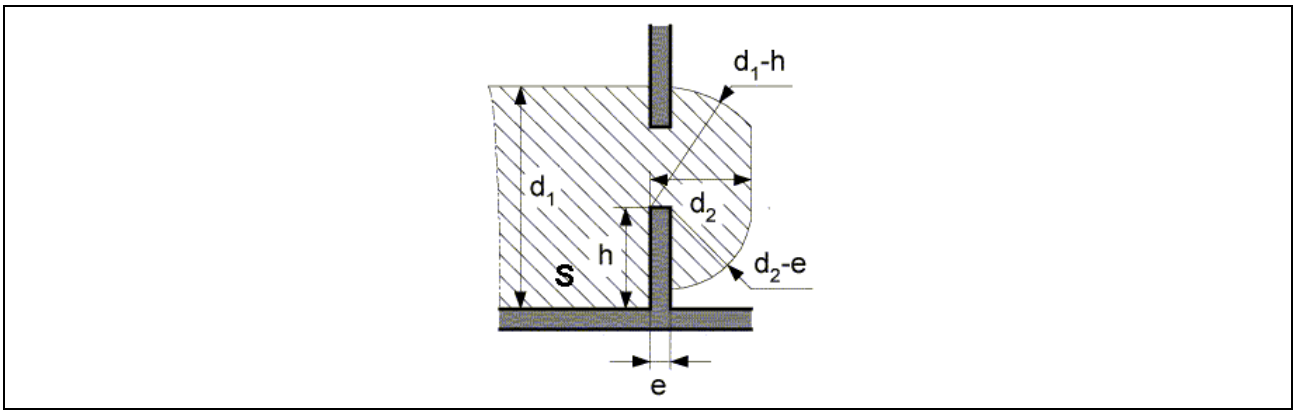


Figuur 2.7. Genaakbaarheidsgabarit: het verplaatsingsoppervlak is begrensd door een materieel element

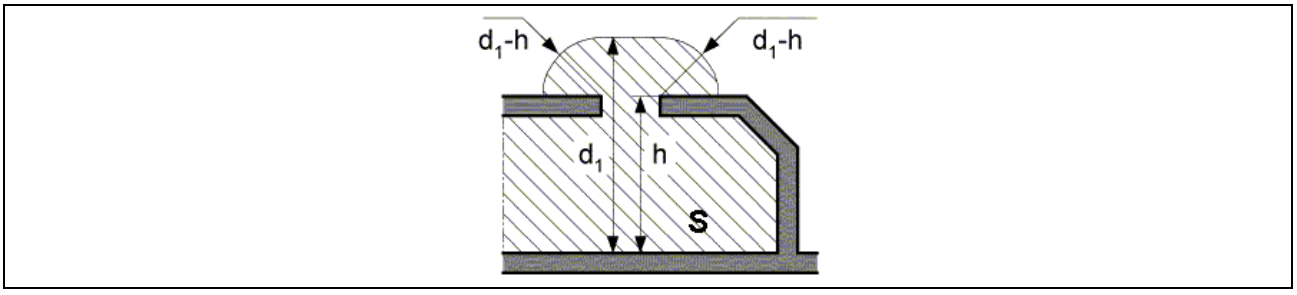


L = leuning (handgreep), materieel element

Figuur 2.8. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



Figuur 2.9. Genaakbaarheidsgabarit: materiële elementen die het verplaatsingsoppervlak begrenzen hebben openingen die geen doorgang verlenen aan een lange staaf van 12 mm diameter



S: verplaatsingsoppervlak

d_1, d_2, d_3: afstanden in m volgens onderstaande formule:
d_1 = 2,50 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 2,5 m
d_2 = 1,25 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 1,25 m
d_3 = 0,75 + 0,01 (U_N - 20) met minimum 0,75 m
waarin U_N, uitgedrukt in kV, de nominale spanning van de elektrische installatie is.

De verplaatsingsoppervlakken, alsmede de materiële elementen waarvan de samenstelling zodanig is dat de eventuele openingen geen doorgang verlenen aan een lange rechte staaf van 12 mm diameter, begrenzen het genaakbaarheidsgabarit.

Veiligheidsslot: Wordt niet als veiligheidsslot beschouwd:
- sloten die met een universele sleutel kunnen geopend worden;
- sloten die gemakkelijk met behulp van een handgereedschap (tang, schroevendraaier, …) kunnen geopend worden.

Voorbeelden van sloten die niet als veiligheidsslot beschouwd worden: dubbelbaardslot, driekantslot, vierkantslot, …

Isolerende vloeren en wanden: vloeren en wanden met voldoende grote weerstand om de foutstroom tot een ongevaarlijke waarde te beperken.

Worden als niet-isolerend beschouwd:
- vloeren en muren van gewapend beton zonder verdere bekleding;
- de vloerbedekkingen in natuursteen, baksteen, cement, tegels in ceramiek of cement die rechtstreeks geplaatst worden op vloerplaten van gewapend beton, op ruw metselwerk, op beton of in volle grond;
- metalen bekledingen.

Worden als isolerend of niet-geleidend beschouwd:
- houten parketvloer;
- bekledingen uit niet-geleidende rubber, linoleum of kunststof;
- wanden bekleed met een bepleistering, zoals droge plaaster;
- droge muren van baksteen of plaasteren panelen;
- tapijten en vaste vloerbekleding zonder metalen elementen.

Elektrische weerstandsproeven bepalen de categorieën waartoe ze behoren. In geval van twijfel, moeten de wanden en vloeren beschouwd worden als geleidende voorwerpen.

Beschermingsgraden gegeven door omhulsels: de beschermingsgraad inzake de door omhulsels verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen alsmede tegen de directe aanraking met actieve delen gelegen binnen de omhulsels wordt bepaald door een code die beantwoordt hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig niveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Deze code is samengesteld uit de letters *IP*, gevolgd door twee getallen waarvan het eerste de beschermingsgraad tegen de aanraking van actieve delen binnen het omhulsel of achter de hindernis en tegelijk de beschermingsgraad tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen voorstelt en het tweede de beschermingsgraad tegen binnendringen van vloeistoffen voorstelt.

Wanneer één van deze getallen niet is bepaald, wordt het vervangen door de letter X.

De bescherming tegen de directe aanraking met actieve delen, binnen het omhulsel of achter de hindernis, wordt bepaald door een letter die van de getallen is gescheiden door een streepje. De bijkomende letters worden slechts gebruikt indien de werkelijke bescherming tegen directe aanraking hoger is dan deze aangegeven door het eerste kenmerkend getal of indien enkel de bescherming tegen aanraking van actieve delen is vermeld.

De letters *A*, *B*, *C* en *D* hebben betrekking op de verhindering van de aanraking met de actieve delen door een kaliber met een doormeter van respectievelijk 50, 12, 2,5 en 1 mm.

Beschermingsgraden gegeven door hindernissen: de beschermingsgraad inzake de door hindernissen verwezenlijkte bescherming tegen het binnendringen van vreemde vaste voorwerpen en vloeistoffen, alsmede de bescherming tegen de directe aanraking van actieve delen achter de hindernissen wordt op een analoge wijze bepaald als bij de beschermingsgraden van omhulsels (zie *hoger*).

Conventionele grensspanningen

a) Absolute conventionele grensspanning U_L

De absolute conventionele grensspanning (U_L) hangt af van de weerstand van het menselijk lichaam die, met name, functie is van de huidvochtigheid.

Om de uitwendige invloed van de huidvochtigheid te bepalen wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters BB gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3.

Bij conventie werden aldus drie weerstanden van het menselijk lichaam, naargelang de huidvochtigheid, bepaald met drie overeenkomstige niet-gevaarlijke spanningen, conventionele grensspanningen genoemd, zoals aangeduid in *tabel 2.3*.

Tabel 2.3. Absolute conventionele grensspanning U_L

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Absolute conventionele grensspanning U_L in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	50	75	120
BB2	Natte huid	25	36	60
BB3	In water onder-gedompelde huid	12	18	30

b) Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

De relatieve conventionele grensspanning is een spanning die niet kan behouden blijven op een waarde groter dan de spanning $U_L(t)$, gedurende een tijd langer dan t, aangegeven in *tabel 2.4*.

Tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$

Maximale werkingsduur (t) in seconden	***Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in V***			
	BB1		***BB2***	
	Wisselspanning	***Gelijkspanning***	***Wisselspanning***	***Gelijkspanning***
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

De groep curven, opgesteld aan de hand van de waarden van de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ in functie van de tijd, wordt verder in dit Boek *veiligheidscurve* genoemd.

Onderafdeling 2.4.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Nulgeleider: een actieve geleider verbonden met het nulpunt (N). In sommige gevallen en onder bepaalde voorwaarden mag de nulgeleider de functie van beschermingsgeleider vervullen.

PEN-geleider: een geleider die gelijktijdig de functie van nulgeleider en beschermingsgeleider vervult.

Niet-geleidende ruimten: bij laagspanning en bij zeer lage spanning, worden als niet-geleidende ruimten beschouwd de droge lokalen en plaatsen, de droge ruimten waarvan de vloeren en de wanden isolerend zijn en een weerstand hebben ten minste gelijk aan:
- 50 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie niet groter is dan 500 V (300 V ten opzichte van de aarde);
- 100 kΩ/m² indien de nominale spanning van de installatie deze waarde overschrijdt.

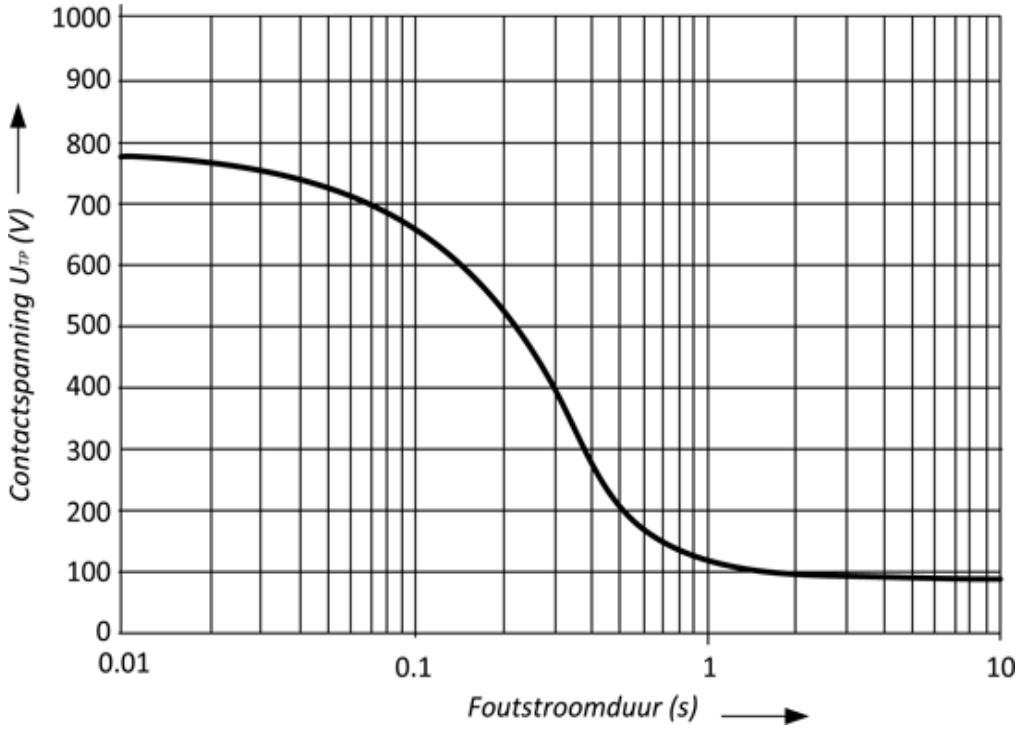
Onderafdeling 2.4.1.3. Bij hoogspanning

Contactspanning t.o.v. de aarde U_T: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon kan aangebracht worden, wanneer de stroom door het menselijk lichaam tussen de handen en de voeten vloeit (horizontale afstand tussen voeten en aangeraakte massa van 1 m) (zie *figuur 2.12*).

Toelaatbare contactspanning U_{Tp}: limietwaarde van de toegelaten contactspanning in functie van de foutstroomduur.

Deze limieten worden bepaald door de veiligheidscurve weergegeven in *figuur 2.10.* voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4 of BA5 personen.

Figuur 2.10. Toelaatbare contactspanning U_{Tp} in functie van de foutstroomduur



Nota 1: deze curve betreft aardingsfouten in hoogspanningsinstallaties
Nota 2: indien de stroomdoorgangstijd groter is dan 10 s kan een waarde van 75 V worden gebruikt voor U_{Tp}

Voor alle andere gevallen worden deze limieten bepaald door de veiligheidscurven van *tabel 2.4. Relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$*.

Stapspanning U_S: deel van de aardpotentiaalstijging U_E die op een persoon met een staplengte van 1 m kan aangebracht worden wanneer de stroom door het menselijk lichaam van voet tot voet vloeit (zie *figuur 2.12.*).

Gevaarlijke potentiaalverschillen: de gevaarlijke potentiaalverschillen zijn deze die contactspanningen groter dan de toegelaten waarde U_{TP} kunnen veroorzaken.

Overgebrachte contactspanning U_{TT}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze niet geaard zijn op het afgelegen uiteinde (zie *figuur 2.12.*).

Overgebrachte contactspanning U_{TTE}: waarde van de contactspanning overgebracht door de metalen delen van de mantel van een kabel of door een beschermingsgeleider, als deze ook geaard is op het afgelegen uiteinde (zie *figuur 2.12.*).

Afdeling 2.4.2. Isolaties

Onderafdeling 2.4.2.1. Algemeenheden

Isolatie: het geheel van de isoleringen (vaste, vloeibare, gasvormige) die bij het vervaardigen van elektrisch materieel of een elektrische installatie gebruikt worden om de actieve delen te isoleren. De isolatie moet gedurende een minuut weerstaan aan een proefspanning op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:

- hetzij in de desbetreffende normen bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij door Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Onderafdeling 2.4.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Basisisolatie: een isolatie die noodzakelijk is voor een normale werking van elektrisch materieel en elektrische installaties en die de fundamentele bescherming tegen elektrische schokken verzekert.

Dubbele isolatie: een isolatie waarin buiten de basisisolatie een onafhankelijke bijkomende isolatie wordt voorzien. De dubbele isolatie wordt gecontroleerd door typeproeven; zij moet gedurende een minuut een proefspanning doorstaan op industriële frequentie waarvan de waarde wordt bepaald:

- hetzij in de desbetreffende normen, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN;
- hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen;
- hetzij bij Besluiten van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft;
- hetzij op uitdrukkelijke wijze in het raam van dit Boek.

Het elektrisch materieel met dubbele isolatie moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

Totale isolatie: wordt toegepast bij in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen. Zij wordt uitgevoerd overeenkomstig hetzij de voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, en inzonderheid:

- het elektrisch materieel moet volledig met een isolerend materiaal omhuld zijn. Het omhulsel moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:

  ;
- de in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen moeten inwendig op een zichtbare wijze het volgende symbool dragen:

Bijkomende isolatie: een isolatie die bij het installeren wordt aangebracht over de basisisolatie van elektrisch materieel teneinde voor dit materieel een veiligheid te bekomen die gelijkwaardig is met deze van de dubbele isolatie. Zij moet aan volgende voorwaarden voldoen:

a) bij bedrijfsklaar elektrisch materieel bevinden de tussenstukken zich in een isolerend omhulsel dat ten minste een beschermingsgraad IPXX-B biedt;
b) het isolerend omhulsel kan weerstaan aan de te verwachten mechanische, elektrische, scheikundige en thermische invloeden;
c) deklagen van verf, vernis en gelijkaardige stoffen voldoen meestal niet aan deze voorschriften met uitzondering van de omhulsels die de typeproeven hebben ondergaan en die bedekt zijn met een dergelijke laag indien hun gebruik toegelaten is door de desbetreffende regels en de isolerende bedekkingen beproefd zijn volgens de overeenkomstige beproevingsvoorwaarden;
d) het isolerend omhulsel mag niet doorboord worden door metalen delen die een potentiaal zouden kunnen overbrengen. Het omhulsel mag geen schroeven uit isolerend materiaal bevatten waarvan de vervanging door een metalen schroef de isolatie die het omhulsel biedt in gevaar brengt. Wanneer mechanische verbindingen door het omhulsel gaan (bijvoorbeeld bedieningsorganen van ingesloten toestellen) moeten deze zo geschikt worden dat de bescherming tegen elektrische schokken niet in het gedrang komt;
e) indien deuren of deksels zonder sleutel of gereedschap kunnen geopend worden moeten alle geleidende delen die genaakbaar worden als de deur of het deksel open is, zich achter een isolerende hindernis bevinden die ten minste een beschermingsgraad IPXX-B heeft om te beletten dat personen in aanraking komen met dergelijke delen. Deze isolerende hindernis mag slechts kunnen weggenomen worden met behulp van een sleutel of gereedschap;
f) het volgende symbool moet op een zichtbare wijze aangebracht zijn op de buitenwand van het omhulsel:

Versterkte isolatie: bestaat uit een bedekking van actieve delen met een enkelvoudige isolatie die zodanige mechanische en elektrische eigenschappen heeft dat ze een bescherming tegen elektrische schokken verzekert die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie. Ze is slechts toegelaten als het om constructieve redenen onmogelijk is een dubbele isolatie aan te brengen. Ze moet voldoen aan de voorwaarden van punten *b)* tot *f)* van hierboven bepaalde *bijkomende isolatie*.

Afdeling 2.4.3. Indeling van het materieel voor lage en zeer lage spanning met betrekking tot de bescherming tegen elektrische schokken

Klassen van elektrisch materieel: in verband met de bescherming tegen elektrische schokken wordt het elektrisch materieel voor lage en zeer lage spanning ingedeeld volgens drie criteria:

- de isolatie tussen actieve en genaakbare delen;
- de al dan niet bestaande mogelijkheid om genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider;
- de toelaatbare spanningen.

Het elektrisch materieel wordt in volgende klassen ingedeeld:

a) **klasse 0:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken enkel berust op de basisisolatie; dat wil zeggen dat niets voorzien is om eventueel genaakbare geleidende delen te verbinden met een beschermingsgeleider.
Elektrisch materieel van de klasse 0 heeft hetzij een omhulsel uit isolerend materiaal dat een deel of het geheel van de basisisolatie uitmaakt, hetzij een metalen omhulsel dat van de actieve delen door een gepaste isolatie gescheiden is. Indien elektrisch materieel, met een omhulsel uit isolerend materiaal, middelen bevat om inwendige delen te verbinden met een beschermingsgeleider moet het beschouwd worden als zijnde van de klasse I of 0I;
b) **klasse 0I:** elektrisch materieel met ten minste een basisisolatie voor al zijn delen en met een beschermingsklem (of massaklem), maar uitgerust met een voedingskabel zonder beschermingsgeleider;
c) **klasse I:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken niet uitsluitend berust bij de basisisolatie, maar waarbij de genaakbare geleidende delen verbonden moeten worden met een beschermingsgeleider zodat deze delen niet gevaarlijk kunnen worden door het in gebreke blijven van de basisisolatie. Bij elektrisch materieel gevoed via een snoer, moet dit snoer een beschermingsgeleider omvatten;
d) **klasse II:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken berust op:
   - hetzij de dubbele isolatie;
   - hetzij de verstrekte isolatie.

   Het elektrisch materieel van de klasse II moet het volgende symbool dragen, van buiten zichtbaar:
   ⧈
   Deze maatregelen bevatten geen mogelijkheid tot aansluiting van een beschermingsaarding en hangen niet af van de wijze van installeren. Dergelijk materieel kan van één van de volgende types zijn:
   d.1. klasse II met omhullende isolatie waarbij een duurzaam en nagenoeg continu omhulsel van isolerend materiaal alle metalen delen omsluit, behalve kleine delen zoals kenplaten, schroeven en klinknagels die van de actieve delen zijn gescheiden door een isolatie, ten minste gelijkwaardig met de versterkte isolatie;
   d.2. klasse II met metalen omhulsel waarbij het nagenoeg continu metalen omhulsel de actieve delen omsluit en waarbij overal hetzij dubbele isolatie wordt aangebracht, hetzij een versterkte isolatie omdat een dubbele isolatie absoluut niet te verwezenlijken is.
   d.3. klasse II die een samenstelling is van elektrisch materieel met omhullende isolatie en met metalen omhulsel. Indien elektrisch materieel in al zijn delen voorzien is van een dubbele isolatie en/of een versterkte isolatie, maar een uitwendige beschermingsklem bezit, wordt het aanzien als zijnde van de klasse I of 0I;
e) **klasse III:** elektrisch materieel waarbij de bescherming tegen elektrische schokken bekomen wordt door voeding op zeer lage veiligheidsspanning en waarin geen spanningen, andere dan de zeer lage veiligheidsspanning voorkomen.

Elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II: elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II is materieel dat bij zijn toepassingen beschouwd mag worden als zijnde van de klasse II alhoewel het niet volledig beantwoordt aan de bepaling van de klasse II. Vermits deze toestellen onderworpen worden aan zeer strenge proeven waardoor verzekerd wordt dat de mogelijkheid van het onder spanning komen van genaakbare delen klein is, worden ze beschouwd als toestellen met een veiligheid gelijkwaardig met deze van materieel van de klasse II.
De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, leggen bij besluit de voorwaarden vast waaraan elektrisch materieel moet voldoen om beschouwd te worden als elektrisch materieel met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II.

Hoofdstuk 2.5. Aardingen

Afdeling 2.5.1. Algemeenheden

Aarde: vakterm die de aarde aanduidt niet alleen als plaats maar ook als geleidende stof, bv. het type grond, humus, teelaarde, zand, grind of rots.

Aardelektrode: in de grond aangebracht geleidend deel, dat een elektrische verbinding verzekert met de aarde.

Nuttig deel van de aardelektrode: deel van de aardelektrode onder de vriesgrens (60 cm onder het maaiveld).

Aardverbinding: één of meerdere aardelektroden die met elkaar blijvend verbonden zijn.

Elektrisch gescheiden aardverbindingen: aardverbindingen die voldoende ver van elkaar verwijderd zijn zodat de maximale stroom, die door één ervan vloeit, de potentiaal van de andere niet gevoelig verandert.

Aarding: aansluiting van een actief deel, een massa of een vreemd geleidend deel aan één of meerdere aardverbindingen.

Beschermingsgeleider: geleider gebruikt bij het nemen van bepaalde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking en die massa's verbindt met hetzij:
- andere massa's;
- vreemde geleidende delen;
- een aardverbinding;
- een met de aarde verbonden geleider;
- een met de aarde verbonden actief deel.

Hoofdbeschermingsgeleider: geleider die enerzijds verbonden is met de aardgeleider(s) en anderzijds met de beschermingsgeleiders van de massa's en zo nodig met deze van de vreemde geleidende delen en eventueel met de nulgeleider.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem met de aardverbinding verbindt, waarbij de eventuele aardingscheider geacht wordt deel uit te maken van deze aardgeleider.

Aardgeleider van het nulpunt en/of van de nulgeleider: geleider die het nulpunt en/of een punt van de nulgeleider verbindt met een aardverbinding.

Hoofdaardingsklem: verbindingsklem van de aardgeleider(s), van de hoofdbeschermingsgeleider(s) en van de hoofdequipotentiale geleider(s).

Aardingsklem of **beschermingsklem:** verbindingsklem van de beschermingsgeleider van elektrisch materieel.

Equipotentiaalzone of **potentiaalvereffeningszone:** ruimte waarin in geval van een fout in een elektrische installatie geen gevaarlijke potentiaalverschillen kunnen ontstaan.

Equipotentiaalgeleider of **potentiaalvereffeningsgeleider:** geleider bestemd om de equipotentiaalverbinding of de potentiaalvereffeningsverbinding te verwezenlijken.

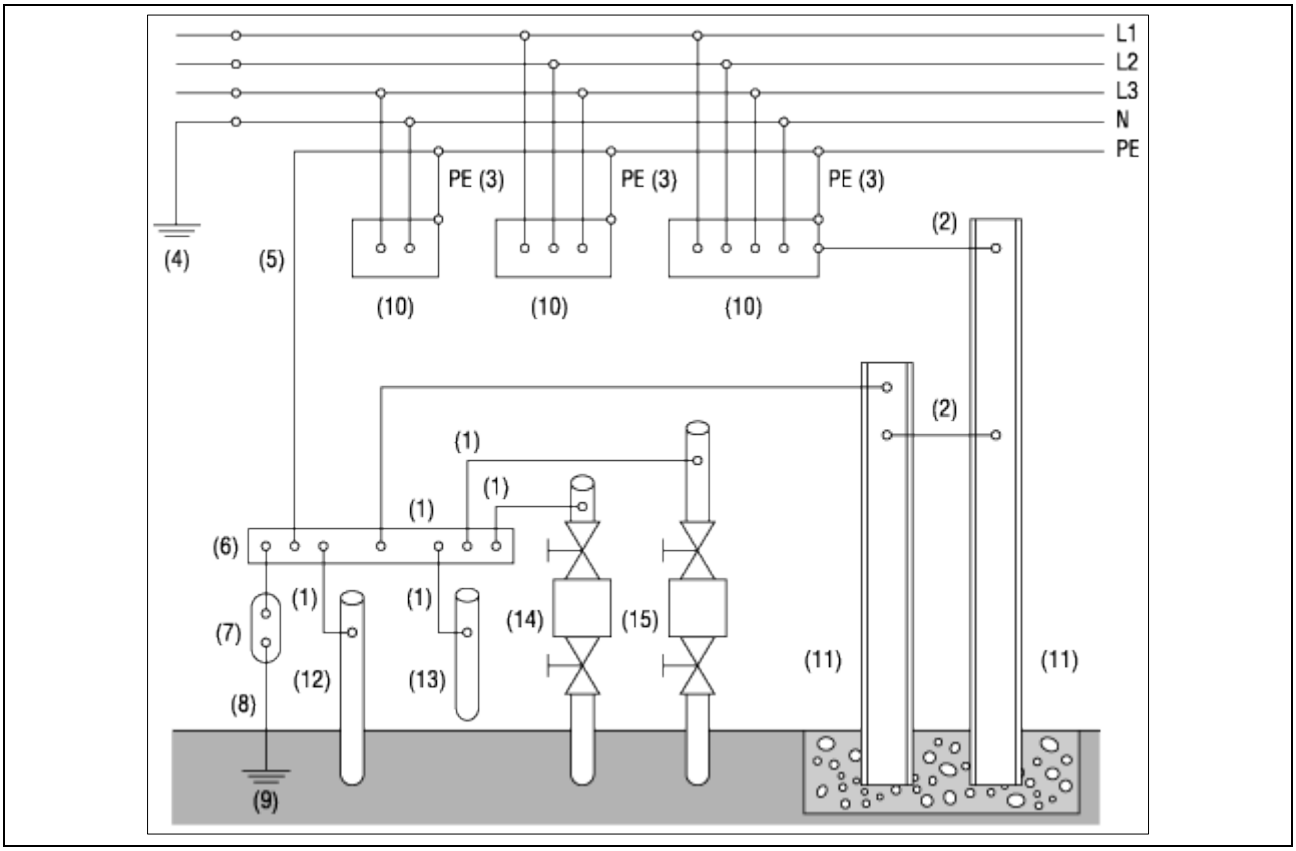
Neutrale zone of **neutrale (referentie) aarde:** deel van de aarde, buiten de beïnvloedingszone van een aardverbinding, waarin, tussen gelijk welke twee punten, geen waarneembaar potentiaalverschil kan voorkomen ten gevolge van een aardfoutstroom.

Spreidingszone (van een aardverbinding): zone gelegen omheen de aardverbinding en buiten de neutrale zone.

Afdeling 2.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Figuur 2.11. Aardingsinstallatie



(1) hoofdequipotentiale geleider
(2) bijkomende equipotentiale geleider
(3) beschermingsgeleiders
(4) aardverbinding van de verdeler
(5) hoofdbeschermingsgeleider
(6) hoofdaardingsklem
(7) aardingsonderbreker
(8) aardgeleider
(9) aardverbinding van de gebruiker
(10) massa
(11) gebinte
(12) afvoer
(13) verwarming
(14) water
(15) gas

Equipotentiaalverbinding of **potentiaalvereffeningsverbinding:** afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.
Bij laagspanning wordt er onderscheid gemaakt tussen:
- de hoofdequipotentiaalverbinding of de hoofdpotentiaalvereffeningsverbinding;
- de bijkomende equipotentiaalverbinding of de bijkomende potentiaalvereffeningsverbinding;
- plaatselijke, niet-geaarde equipotentiaalverbindingen of plaatselijke, niet-geaarde potentiaalvereffeningsverbindingen.

Aardingsweerstand R_E: (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Afdeling 2.5.3. Bij hoogspanning

Aardingsinstallatie: geheel bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Lokale aardingsinstallatie: geheel met beperkte spreiding, bestaande uit één of meerdere met elkaar verbonden aardverbindingen, de bijbehorende aardgeleiders en de beschermingsgeleiders.

Globale aarding: aarding verwezenlijkt door middel van een samenstelling van lokale aardingsinstallaties die onderling galvanisch met elkaar verbonden zijn, met inbegrip van de eventuele kabels met aardingseffect.

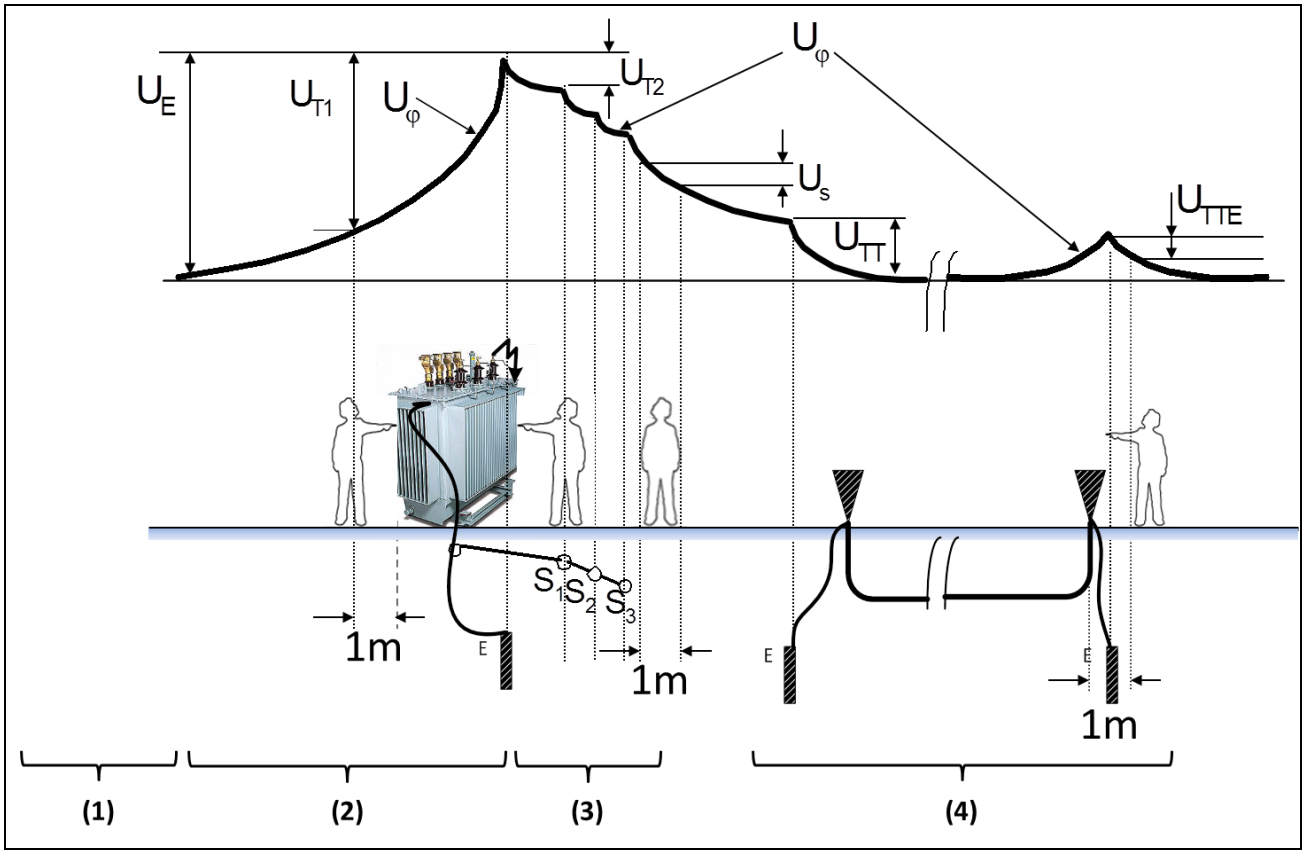
Equipotentiaalverbinding of **potentiaalvereffeningsverbinding:** afzonderlijke elektrische verbinding, voorzien om massa's en/of vreemde geleidende delen op dezelfde of nagenoeg dezelfde potentiaal te brengen.

Kabel met aardingseffect: blanke geleider of metalen deel van de mantel van een kabel, die door zijn contact met de aarde, zich gedraagt als een aardverbinding.

Aardpotentiaalstijging U_E: spanning aanwezig tussen een aardingsinstallatie en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een aardfoutstroom.

Aardbodemspanning U_φ: spanning aanwezig tussen een punt van de aardbodem en de neutrale (referentie)aarde als gevolg van een foutstroom.

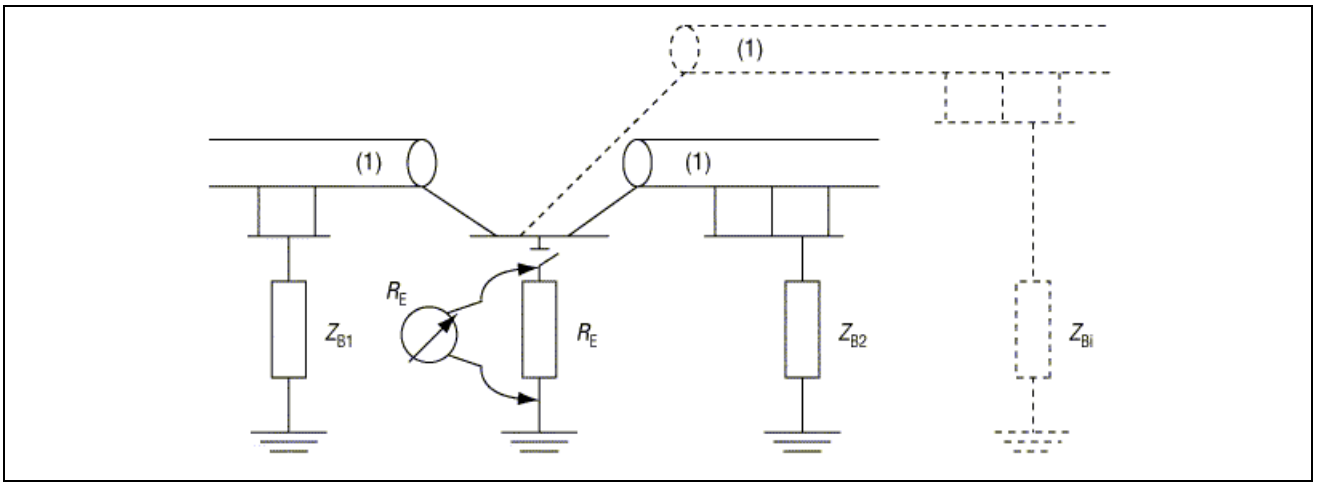
Figuur 2.12. Voorbeeld van verandering van aardbodemspanning en van spanningen bij het vloeien van stroom in de aardverbindingen



E: aardverbinding
S_1, S_2, S_3: bijkomende aardverbindingen die toelaten de potentiaalverschillen te beperken (b.v. aardverbindingen in lus verbonden met de aardverbinding E)
U_E : aardpotentiaalstijging
U_S : stapspanning
U_T : contactspanning
U_φ: aardbodemspanning
(1) referentieaarde (op voldoende afstand)
(2) verandering van aardbodemspanning en van spanningen zonder potentiaalvereffening
(3) verandering van aardbodemspanning en van spanningen met potentiaalvereffening via S_1, S_2 en S_3...
(4) kabel met een continu geïsoleerde mantel, die metalen manteldelen of een beschermingsgeleider bevat. Deze laatsten zijn verbonden met een aardverbinding die gelegen is in de spreidingszone van de HS-aardverbinding en zijn al dan niet geaard aan het andere uiteinde.

Aardingsweerstand R_E (aardverspreidingsweerstand van een aardverbinding): weerstand tussen de aardverbinding en de referentieaarde.

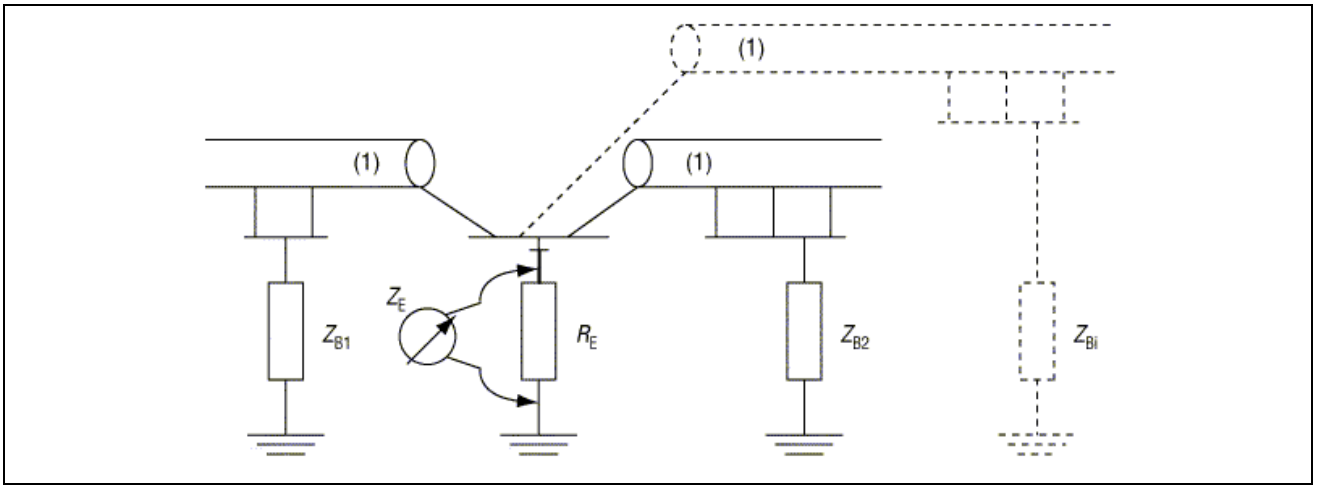
Figuur 2.13. Aardingsweerstand R_E



(1) HS-kabel

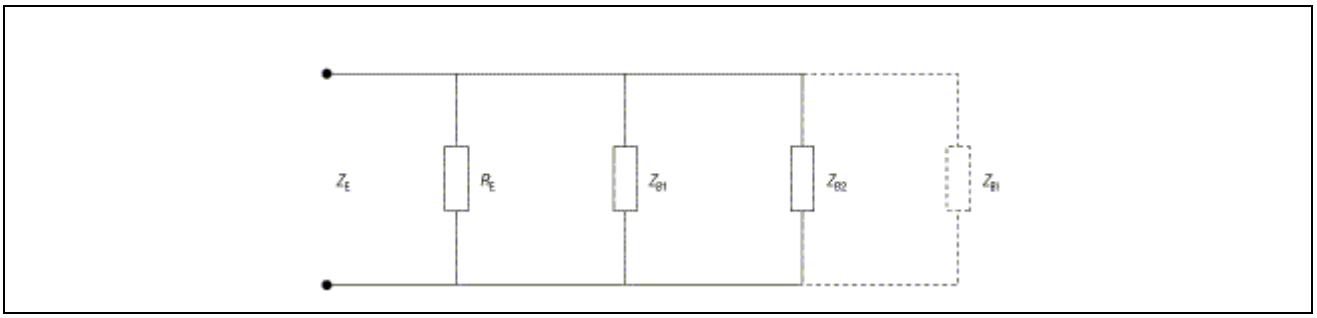
Aardingsimpedantie Z_E: impedantie tussen de aardingsinstallatie eventueel verbonden met andere aardingsinstallaties, en de referentieaarde.

Figuur 2.14. Aardingsimpedantie Z_E



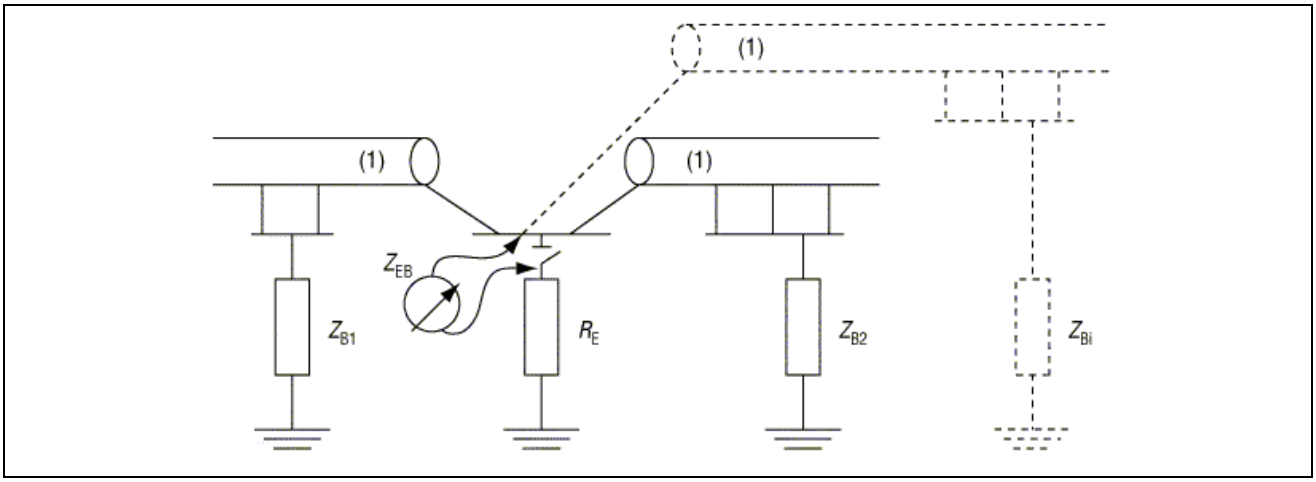
(1) HS-kabel

Figuur 2.15. Equivalent schema van de aardingsimpedantie Z_E



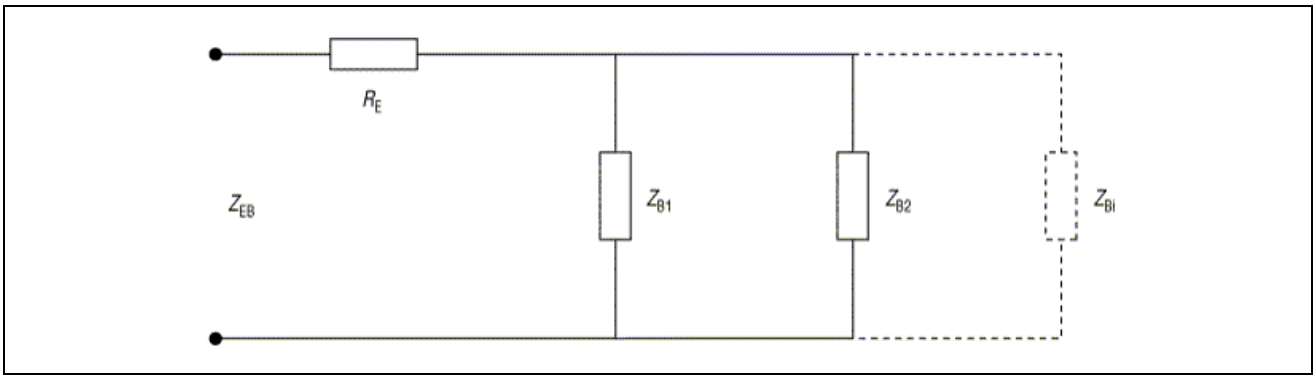
Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}: impedantie van de kring gevormd door de weerstand R_E van de aardverbinding in serie met de impedantie Z_B van alle andere terugwegen naar de aarde.

Figuur 2.16. Lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



(1) HS-kabel

Figuur 2.17. Equivalent schema van de lusimpedantie van een aardverbinding Z_{EB}



Hoofdstuk 2.6. Elektrische stroombanen

Afdeling 2.6.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.6.1.1. Algemeenheden

Elementaire stroombaan: deel van een elektrische installatie tussen twee opeenvolgende beschermingsinrichtingen tegen overstroom (hoofdstroombaan) of deel na de laatste beschermingsinrichting (eindstroombaan).

Stroombaan: geheel dat bestaat uit een of meerdere elementaire stroombanen.

Veiligheidsstroombaan: stroombaan die de veiligheidsbron met de veiligheidsverbruiker(s) verbindt.

Kritische stroombaan: stroombaan die de normale bron en/of de vervangingsbron met de kritische verbruiker(s) verbindt.

Onderafdeling 2.6.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Begin van een stroombaan: onder begin van een stroombaan wordt verstaan, hetzij het begin van de elektrische leiding, hetzij de plaats waar de doorsnede, aard of samenstelling van de elektrische leiding of haar plaatsingswijze verandert.

Afdeling 2.6.2. Stromen

Periodische stroom: stroom met een waarde die zich herhaalt met gelijke tussentijden, *perioden* genoemd.

Wisselstroom: periodische stroom waarvan de gemiddelde waarde per periode nul is; bij uitbreiding, in dit Boek, elke stroom die tijdens elke periode van teken verandert.

Gelijkstroom: stroom met een waarde die zich ieder ogenblik herhaalt of een periodische stroom die niet van teken verandert tijdens de periode.

Nominale stroom: conventionele waarde van de stroom die de werkingsvoorwaarden van de beschermingsinrichting bepaalt. De instelstroom moet aanzien worden als de nominale stroom voor de regelbare beschermingstoestellen (I_n).

Toelaatbare stroom in een geleider: de constante stroom die onder de gegeven omstandigheden door een geleider kan vloeien zonder dat de permanente regimetemperatuur van de geleider hoger wordt dan de opgegeven waarde (I_Z).

Bedrijfsstroom van een stroombaan: de stroomsterkte waarmee rekening moet worden gehouden bij het vastleggen van de vereiste kenmerken voor de bestanddelen van de stroombaan (I_B). In doorlopend bedrijf komt de bedrijfsstroom overeen met de grootste stroomsterkte die in normale omstandigheden in de stroombaan vloeit. In onderbroken bedrijf moet men de thermisch gelijkwaardige stroom in rekening brengen die bij doorlopend bedrijf de samenstellende delen van de stroombaan op dezelfde temperatuur zou brengen.

Overstroom: bij een elektrische machine of toestel, iedere stroomsterkte die groter is dan de nominale stroom; bij een geleider, iedere stroomsterkte die groter is dan de toelaatbare stroom I_Z.

Kortsluiting: rechtstreekse fout of fout met een te verwaarlozen impedantie.

Kortsluitstroom: overstroom die ontstaat door een kortsluiting.

Overbelastingsstroom: overstroom in een foutloze elektrische stroombaan.

Residuele differentieelstroom: algebraïsche som van de ogenblikkelijke waarden van de stromen doorheen alle actieve geleiders van een stroombaan in een punt van de elektrische installatie ($I_{\Delta n}$).

Werkelijke kortsluitstroom: waarde van de berekende of gemeten kortsluitstroom, rekening houdend met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting en met alle impedanties in de stroombaan die stroomopwaarts van de fout gelegen zijn.

Afdeling 2.6.3. Laagspanningstransformatoren

Scheidingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een basisisolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*).

Beschermingstransformator: transformator waarvan de primaire en secundaire wikkelingen elektrisch gescheiden zijn met het oog op het beperken van de gevaren bij toevallig gelijktijdig contact met de massa en de actieve delen of de delen die actief kunnen worden bij een isolatiefout. De isolatie tussen de primaire en secundaire wikkelingen moet een graad van bescherming verzekeren die gelijkwaardig is met deze van een dubbele isolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*).

Veiligheidstransformator: beschermingstransformator bestemd voor het voeden van een of meerdere stroombanen op zeer lage veiligheidsspanning.

Afdeling 2.6.4. Kenmerken van de beschermingsinrichtingen

Onderafdeling 2.6.4.1. Algemeenheden

Onderbrekingsvermogen: waarde van de stroom die het beschermingstoestel kan onderbreken op een welbepaalde spanning en onder voorgeschreven gebruiks- en werkingsvoorwaarden.

Aanspreek-joule-integraal: met betrekking tot een stroombaan beschermd door een smeltveiligheid of een automatische schakelaar moet de Joule-integraal over de aanspreektijd van de smeltveiligheid of van de automatische schakelaar beschouwd worden als een soortelijke energie, dit wil zeggen de energie die in warmte wordt omgezet in een gedeelte van een stroombaan met een weerstand van 1 Ω.

Joule-integraal eigen aan een zekering: grafiek die de waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (voor de boog of bij aanspreekwaarde) in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Snijpuntstroom: grootste waarde van de overstroom waarbij in een serieschakeling van een beschermingsinrichting en een automatische schakelaar, deze beschermingsinrichting niet aanspreekt, doordat de automatische schakelaar de stroombaan eerder afschakelt.

Onderafdeling 2.6.4.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Residuele differentiële aanspreekstroom: waarde van de residuele differentiële stroom die de werking van een beschermingsinrichting veroorzaakt.

Naargelang de gevoeligheid van het toestel worden differentieelstroominrichtingen, ingedeeld in vier categorieën, te weten:
- toestellen met kleine gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 1000 mA;
- toestellen met middelmatige gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 30 mA en kleiner dan of gelijk aan 1000 mA. De genormaliseerde aanspreekstromen zijn 100, 300, 500 en 1000 mA;
- toestellen met grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom groter is dan 10 mA en ten hoogste 30 mA is;
- toestellen met zeer grote gevoeligheid, bij dewelke de aanspreekstroom ten hoogste 10 mA is.

Conventionele aanspreekstroom: de bepaalde waarde van de stroom vanaf dewelke en waarboven het beschermingstoestel werkt binnen een bepaalde tijd (I_f).

Conventionele niet-aanspreekstroom: de aangeduide stroom die gedurende een zekere tijd door een beschermingsinrichting kan vloeien, zonder dat deze laatste in werking treedt (I_{nf}).

Bij de smeltveiligheden wordt deze stroom de conventionele niet-doorsmeltstroom genoemd.

Bij de automatische schakelaars wordt deze stroom de conventionele niet-uitschakelstroom genoemd, waarbij deze stroom groter is dan de nominale stroom of de ingestelde stroom terwijl de aanspreektijd, die volgens type en nominale stroom kan verschillen, ten minste gelijk is aan 1 uur.

Joule-integraal eigen aan een automatische schakelaar: grafiek die de maximale waarde van $I^2 \cdot t$ aangeeft (over de onderbreektijd), gemeten in de meest ongunstige voorwaarden van de onderbreking van de kortsluiting, in functie van de te verwachten stroom en onder welbepaalde werkingsvoorwaarden.

Hoofdstuk 2.7. Leidingen

Afdeling 2.7.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.7.1.1. Algemeenheden

Elektrische geleider (in dit Boek *geleider* genoemd): een blank of geïsoleerd lichaam bestemd om een elektrische stroom te voeren.

Elektrische leiding: samenstel van één of meerdere elektrische geïsoleerde geleiders, kabels, draden of railstellen en de elementen die zijn bestemd voor de bevestiging ervan en, zo nodig, hun mechanische bescherming.

Geïsoleerde geleider: het geheel van de kern, zijn isolerende bekleding en zijn eventuele schermen.

Joule-integraal eigen aan een geïsoleerde geleider bij kortsluiting: waarde van de Joule-integraal overeenstemmend met de hoeveelheid energie die nodig is om de temperatuur van de geleider vanaf zijn regimetemperatuur op te voeren tot de toegelaten grenstemperatuur door adiabatische verwarming als gevolg van een kortsluiting. Deze waarde hangt af van de overeenstemmende waarden voor de beschermingsinrichting tegen kortsluiting (smeltveiligheden, automatische schakelaars) en verandert in functie van de aard van het metaal en de isolatie.

Kabel: samenstel van een of meer geïsoleerde geleiders, hun eventuele individuele mantel, de bescherming van de samenstelling en de beschermende laag of lagen. Additionele ongeïsoleerde geleiders kunnen in de kabel zijn omvat.

Eenaderige kabel: kabel met één enkele geïsoleerde geleider.

Mantel (van een kabel): doorlopende en eenvormige externe bekleding uit metalen of niet-metalen materiaal, meestal geëxtrudeerd.

Verbinding: algemene term die elke elektrische verbinding aanduidt die bestemd is om de elektrische continuïteit te verzekeren tussen twee of meerdere geleidende systemen (geleiders, geleidende delen, toestellen, uitrustingsmaterieel).

Koppeling: verbinding van twee uiteinden van geleiders.

Aftakking: verbinding van één of meerdere elektrische leidingen (elektrische aftakkingsleidingen genoemd) met een punt van een andere elektrische leiding (elektrische hoofdleiding genoemd).

Pantsering van een kabel: een gedeelte van de bekleding, bestaande uit metalen banden of draden, bedoeld om de kabel te beschermen tegen uitwendige mechanische inwerking.

Scherm: geleidende mantel die een of meer geïsoleerde geleiders omhult. Deze geleidende mantel moet een lineair geleidingsvermogen hebben dat bepaald wordt door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm.

Kabelsleuf: in een terrein gemaakte uitgraving om kabels in te leggen waarna de uitgraving gedempt wordt.

Telecommunicatielijn of -kabel: onder telecommunicatielijnen of -kabels wordt verstaan lijnen of kabels die uitsluitend dienen voor telefoon-, telegraaf-, telesignalisatie-, afstandsbedienings- en teledistributieverbindingen (met inbegrip van de voeding van de versterkers) en in het algemeen voor de overdracht van gegevens of informaties, alsook voor elk telecommunicatiesysteem van welke aard ook.

Luchtlijn: het geheel van een installatie bestemd voor transmissie van elektrische energie en bestaande uit steunen, energiegeleiders die eventueel aan isolatoren zijn bevestigd en eventueel aardgeleiders of waakdraden.

Driestel: geheel van de drie fasegeleiders van een driefasige luchtlijn; een luchtlijn kan een of meerdere driestellen omvatten.

Steun: paal uit hout, beton of profielijzer, buisvormige metalen mast, vakwerkmast in hoekijzers of buizen, draagijzers en verder elk element dat de geleiders draagt, eventueel door middel van isolatoren.

Isolator: onderdeel dat dient om de geleiders te dragen en om ze onderling en ten opzichte van de aarde elektrisch te isoleren.

Ankersteun: steun die in staat is de kabels in een spanwijdte vast te houden, ook bij toevallige breuk van alle kabels in de naastliggende spanwijdte.

Eindsteun: steun die in staat is de laatste draagwijdte van een lijn te ondersteunen (t.t.z. zonder de aangrenzende spanwijdte).

Tuikabel: mechanisch element dat door zijn samenstelling enkel op tractie kan belast worden en dat de steun verbindt met een vast punt, zoals bijvoorbeeld een nabijgelegen constructie of een zwaar verankeringsmassief, teneinde de stabiliteit van de steun te verhogen.

Kabel of geïsoleerde geleider afzonderlijk geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die op een afstand groter dan of gelijk aan 20 mm van elke andere kabel of geïsoleerde geleider is geïnstalleerd.

Kabel of geïsoleerde geleider in bundel of in laag geïnstalleerd: een kabel of een geïsoleerde geleider die niet afzonderlijk is geïnstalleerd.

Onderafdeling 2.7.1.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorgebundelde leiding: een geheel van geleiders dat een verhoogde isolatie met grote weerstand tegen weersinvloeden bezit. De voorgebundelde leiding voor netten is samengesteld uit fasegeleiders, een dragend deel dat als nulgeleider kan dienen en eventueel geleiders voor de openbare verlichting. De fasegeleiders en de geleiders voor openbare verlichting zijn getwijnd rond de drager die zich in het centrum van de bundel bevindt. De voorgebundelde leiding voor aansluitingen is samengesteld uit:
- meerdere getwijnde geleiders waarvan één kan dienen als nulgeleider;
- eventueel een dragend deel.

Elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II:
- hetzij een elektrische kabel van de klasse II die geen enkele geleidende bekleding omvat, ongeacht het gaat om een mantel, een bepantsering of elke andere bekleding, of deze bekleding uitwendig is of zelf vervat is in een isolerende mantel;
- hetzij een elektrische leiding die niet beantwoordt aan de maatstaven van de klasse II, maar een voldoende veiligheid biedt wegens het bijzonder gebruik ervan.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft, kunnen bij besluit, de elektrische leidingen als hebbende een veiligheid die gelijkwaardig is met deze toestellen van de klasse II klasseren.

Dragend deel: een draad of een geheel van in elkaar gedraaide draden, al of niet geïntegreerd in een voorgebundelde leiding, dat op zichzelf de mechanische trekvastheid van deze voorgebundelde leiding verzekert.

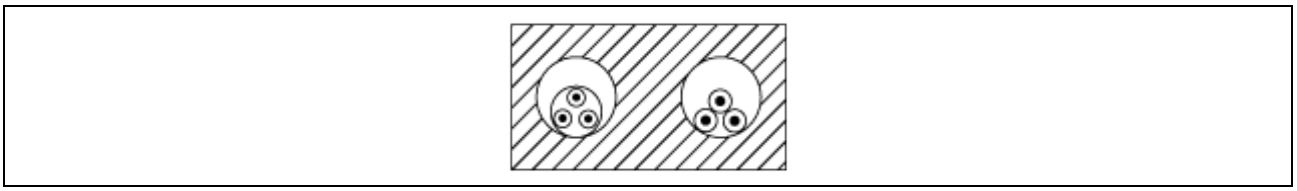
Connector: een geheel bestemd om een elektrische machine ot toestel dat niet vast werd opgesteld elektrisch te verbinden met een snoer. Het bestaat uit twee delen:
- een koppelcontactstop die vast deel uitmaakt van het voedingssnoer of bestemd is om ermee verbonden te worden;
- een toestelcontactdoos ingebouwd in of bevestigd op het verplaatsbaar gebruikstoestel of machine.

Afdeling 2.7.2. Plaatsingswijzen

Onderafdeling 2.7.2.1. Algemeenheden

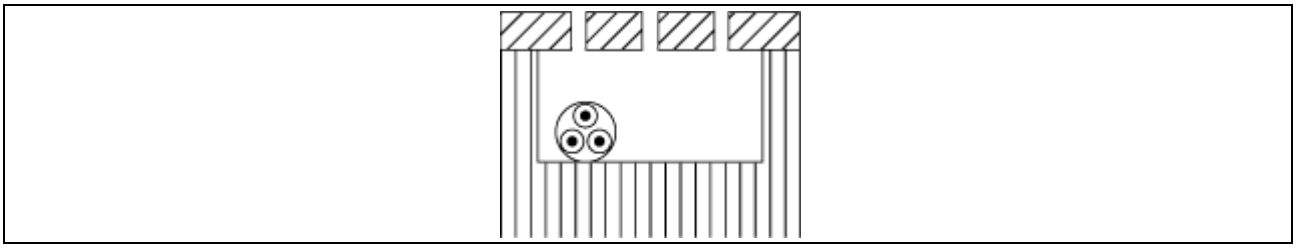
Holle blok: plaatsingsmateriaal bestaande uit delen in vast materiaal (zoals beton) waarin holten vrijgelaten blijven voor de doorgang van kabels.

Figuur 2.18. Plaatsingswijze «holle blok»



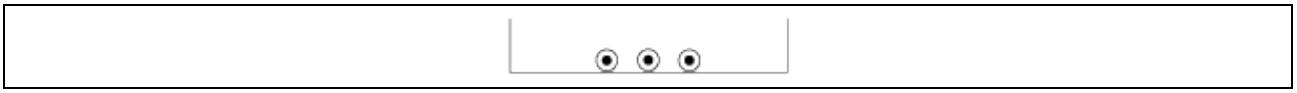
Kabelkanaal: gracht of kanaal gelegen onder het peil van de grond of de vloer en waarvan de afmetingen niet toelaten erin te bewegen. Wanneer hij gesloten kan worden moeten de kabels bereikbaar zijn over hun totale lengte.

Figuur 2.19. Plaatsingswijze «kabelkanaal»



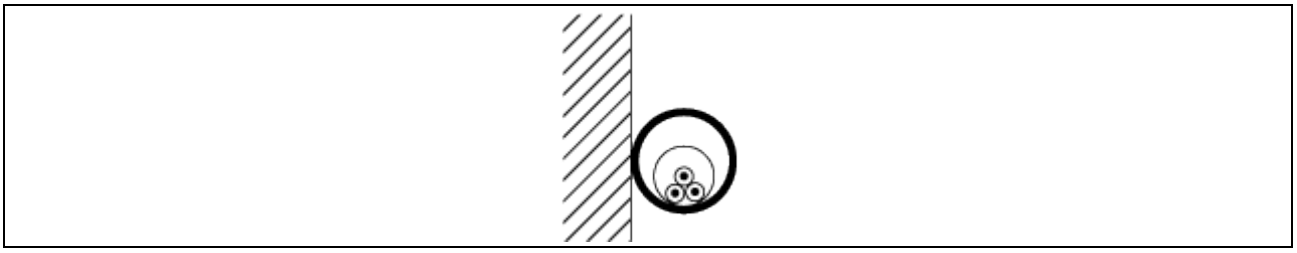
Kabelrek: plaatsingsmateriaal in volle of geperforeerde profielelementen, om de kabels op hun weg te ondersteunen.

Figuur 2.20. Plaatsingswijze «kabelrek»



Buis: plaatsingsmateriaal dat een doorlopende bescherming voor de geleiders toelaat in niet-opengaande buisvormige elementen.

Figuur 2.21. Plaatsingswijze «buis»



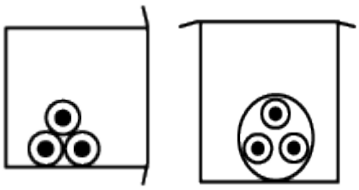
Overtrek (of huls): deel rond een elektrische leiding, dat een bijkomende bescherming geeft aan de elektrische leiding voor de doorgang van wanden (muurschot, vloer, plafond) of van ondergrondse stukken.

Koker: ruimte boven grondniveau met afmetingen die niet toelaten zich erin te bewegen en die zodanig is uitgevoerd dat de kabels bereikbaar zijn over heel hun lengte. Een koker kan al dan niet deel uitmaken van het bouwwerk zelf.

Galerij: ruimte waarvan de afmetingen zodanig zijn dat personen zich erin kunnen bewegen.

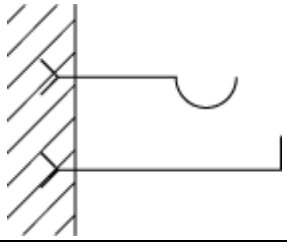
Kabelbaan: plaatsingsmateriaal met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, voorzien om geleiders of kabels te bevatten, en gesloten met behulp van een afneembaar deksel.

Figuur 2.22. Plaatsingswijze «kabelbaan»



Haak: in een wand aan één van zijn uiteinden vastgezet stuk, dat op onderbroken wijze de kabel draagt.

Figuur 2.23. Plaatsingswijze «haak»



Goot: plaatsingsmateriaal, met volle of geperforeerde geprofileerde wanden, geopend aan de bovenzijde om de kabels over horizontale trajecten te dragen.

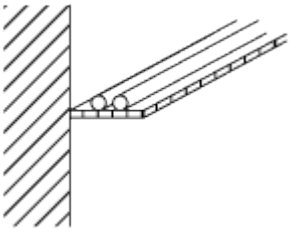
Figuur 2.24. Plaatsingswijze «goot»

Gleuf: lange smalle inkerving aangebracht in een materiaal en bereikbaar over haar totale lengte.

Groef: lange smalle opening aangebracht in een bouwmateriaal, teneinde er buizen of bepaalde typen van elektrische leidingen in te plaatsen en die na het plaatsen weer afgedicht wordt.

Kraagstuk: plaatsingsmateriaal bestaande uit een in een verticale wand aangebrachte doorlopende horizontale steun, waarop de kabels gelegd worden.

Figuur 2.25. Plaatsingswijze «kraagstuk»



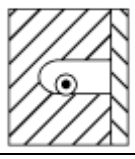
Holle constructieruimte: ruimte tussen de wanden van gebouwen en slechts op bepaalde plaatsen toegankelijk (tussen muren, achter normale lijsten, tussen wanden, vloeren en plafonds).

Aan de wand bevestigde elektrische leiding: aan een wand of er vlak naast geplaatste elektrische leiding, waarbij de wand dienst doet als bevestigingsmiddel en eventueel een bescherming vormt.

Onderafdeling 2.7.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

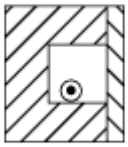
Lijst: plaatsingsmateriaal bestaande uit een basis, voetstuk genoemd, dat gleuven bevat waarin geleiders kunnen geplaatst worden, en dat afgesloten wordt met een afneembaar deksel. Deze kan ter versiering geprofileerd zijn.

Figuur 2.26. Plaatsingswijze «lijst»



Gegroefde plinten of lijsten: plint (of lijst) met gleuven waarin geleiders of eventueel laagspanningskabels kunnen geplaatst worden en die afgesloten worden met een afneembaar deksel.

Figuur 2.27. Plaatsingswijze «gegroefde plinten of lijsten»



Hoofdstuk 2.8. Materieel

Afdeling 2.8.1. Algemene begrippen

Onderafdeling 2.8.1.1. Algemeenheden

Elektrische machine of elektrisch toestel: apparaat dat dient voor productie, omvorming, distributie of gebruik van elektrische energie.

Elektrisch materieel: de elektrische machines, toestellen en leidingen.
Een geheel bestaande uit elektrische machines, toestellen en leidingen conform de normen voor apparatuur onder omhulsel, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het Bureau voor Normalisatie (NBN) wordt eveneens als elektrisch materieel aanzien.

Steunen voor ontladingslampen: staven en bevestigingsbeugels die bestemd zijn om lampen of buizen te dragen. De delen die dienen als steun voor de voeding van de lampen zijn evenwel uitgesloten.

Onderafdeling 2.8.1.2. Bij laagspanning

Laagspanningsschakel- en verdeelinrichting: combinatie van één of meerdere laagspanningsverbindingstoestellen met bijbehorend materieel voor besturing, meting, signalering, beveiliging, regeling..., volledig samengebracht, met al hun inwendige elektrische en mechanische verbindingen en hun structuurelementen.

Schakelinrichtingssysteem: volledige reeks mechanische en elektrische componenten (omhulsels, railstellen, functionele eenheden, ...) zoals beschreven door de oorspronkelijke fabrikant, die aan de hand van de aanwijzingen van de oorspronkelijke fabrikant in elkaar worden gezet om schakelinrichtingen te produceren.

Afdeling 2.8.2. Verplaatsingsmogelijkheden

Onderafdeling 2.8.2.1. Algemeenheden

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine: toestel dat of machine die verplaatst wordt tijdens zijn werking, of, wanneer het verbonden is met een voedingsstroombaan, gemakkelijk kan verplaatst worden, hetzij door eigen middelen, hetzij door de gebruiker en dit ongeacht of het toestel of de machine onder spanning staat of niet.

Trolley: een hulpmiddel dat de elektrische voeding van een verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine via sleepcontacten mogelijk maakt.

Onderafdeling 2.8.2.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Draagbaar toestel of draagbare machine: verplaatsbaar toestel dat of verplaatsbare machine die werd opgevat, om tijdens het normaal gebruik, met de hand te worden gedragen en waarvan de werking de voortdurende manuele tussenkomst ter ondersteuning of geleiding vereist.

Vast toestel of vaste machine: toestel dat of machine die op een vaste plaats werd opgesteld of niet gemakkelijk kan verplaatst worden.

Vast opgesteld toestel of vast opgestelde machine: toestel dat of machine die vast verzegeld is of opgesteld werd en dit op een welbepaalde plaats.

Verplaatsbaar toestel of verplaatsbare machine met vaste standplaats: vast toestel dat of vaste machine die niet behoort tot de vast opgestelde toestellen. Het zijn toestellen of machines die toevallig verplaatst worden.

Hoofdstuk 2.9. Scheiding en besturing

Omnipolaire onderbreking: onderbreking van alle actieve geleiders van een stroombaan, de nulgeleider inbegrepen.

Veiligheidsonderbreking: maatregelen tot scheiding bij niet-automatische sturing, die worden aangewend om het gevaar voor personen die werken aan elektrisch gevoede machines of toestellen te vermijden of uit te schakelen.

Scheider: systeem bestemd om een ganse installatie of een gedeelte ervan spanningsloos te stellen door de installatie te scheiden van iedere elektrische energiebron. Op deze wijze wordt de veiligheid van personen verzekerd die werken aan of in de nabijheid van delen die een gevaar betekenen bij rechtstreekse aanraking.

Scheiding voor mechanisch onderhoud: systeem bestemd om de voeding van gedeelten van het elektrisch gevoed materieel te onderbreken. Dit wordt verwezenlijkt om ongevallen te voorkomen die weliswaar niet te wijten zijn aan elektrische schokken of boogontladingen maar die bij het niet-elektrisch onderhoud zouden kunnen voorkomen.

Elektrische noodafschakeling: systeem bestemd om zo spoedig mogelijk de gevaren uit te schakelen die onvoorzien kunnen optreden. Wanneer deze maatregel wordt getroffen om een gevaarlijke beweging te stoppen wordt deze *noodstop* genoemd.

Functionele bediening: systeem bestemd om het sluiten, openen of regelen van de elektrische voeding te verzekeren. Dit kan geschieden voor een gedeelte van de installatie, een elektrische machine of gebruikstoestel teneinde op deze wijze de bediening voor normale werking te verwezenlijken.

Handbediening: sturing van een werkingsgang door rechtstreekse menselijke tussenkomst.

Automatische sturing: sturing van een werkingsgang verwezenlijkt zonder menselijke tussenkomst op het ogenblik dat vooraf bepaalde voorwaarden vervuld zijn.

Hoofdstuk 2.10. Uitwendige invloeden

Afdeling 2.10.1. Algemeenheden

De classificatie van uitwendige invloeden vormt een zo volledig mogelijke inventaris van alle uitwendige omstandigheden die een invloed kunnen hebben op de elektrische installatievoorschriften.

Om de classificatie van de verschillende parameters te vergemakkelijken, werd een alfanumerieke code opgesteld.

De verschillende parameters van uitwendige invloeden zijn volgens hun rol ingedeeld in 3 grote categorieën:
- de *omgevings*omstandigheden die onafhankelijk zijn van de aard van de installaties en van de ruimten en betrekking hebben op uitwendige verschijnselen afkomstig van de atmosfeer, het klimaat, de omgevingstoestand en andere omstandigheden in de ruimte waar de elektrische installatie zich bevindt;
- de *gebruiks*omstandigheden van de betrokken ruimten en van de elektrische installaties zelf;
- de gevolgen van de *bouwwijze van de gebouwen*, hun structuur en de aard van de gebruikte materialen.

Tabel 2.5. Categorieën van uitwendige invloeden

Eerste letter van de code	*Categorie*
A	Omgevingsomstandigheden
B	Gebruik
C	Constructie van de gebouwen

Afdeling 2.10.2. Omgevingstemperatuur (AA)

Om de uitwendige invloed *"omgevingstemperatuur"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 6, zoals aangeduid in *tabel 2.6*.

Tabel 2.6. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA1	Uiterst koud	-60 °C tot +5 °C	Diepvriesruimten …
AA2	Zeer koud	-40 °C tot +5 °C	Koelruimten …
AA3	Koud	-25 °C tot +5 °C	Openlucht omgeving …
AA4	Gematigd	-5 °C tot +40 °C	Gematigde omgeving …
AA5	Warm	+5 °C tot +40 °C	Ingesloten lokalen …
AA6	Zeer warm	+5 °C tot +60 °C	Ketelhuizen, machinezalen …

Onder bijzondere voorwaarden mag een andere code gebruikt worden, zie *tabel 2.7*.

Tabel 2.7. Uitwendige invloeden – Omgevingstemperatuur (AA) – Bijzondere voorwaarden

Code	*Omgevingstemperatuur*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AA7	Koud	-15 °C tot +25 °C	Buiten de lokalen …
AA8	Gematigd	+5 °C tot +30 °C	Gewoonlijk verwarmde lokalen …

Een lokaal of een plaats kan gekarakteriseerd worden door samenstelling van 2 of 3 temperatuurklassen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor installaties in openlucht: AA3+5 (-25 °C tot +40 °C) en voor gieterijen: AA4+6 (-5 °C tot +60 °C).

Afdeling 2.10.3. Aanwezigheid van water (AD)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van water*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AD* gevolgd door een cijfer van 1 tot 8, zoals aangegeven in *tabel 2.8*.

Tabel 2.8. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AD1	Te verwaarlozen aanwezigheid van water	Over het algemeen geen sporen van vochtigheid	Droge ruimten, bv. woonkamers, kamers, burelen ...
AD2	Tijdelijk vochtig	Verticaal vallende waterdruppels. Toevallige vorm van condensatie van vocht of toevallige aanwezigheid van waterdamp	Tijdelijk vochtige ruimten, bv. bepaalde keukens, kelders, overdekte terrassen, wc's, individuele garages ...
AD3	Vochtig	Vloeien van water langs wanden of over vloeren. Besprenkeling met water. Water in de vorm van regen (max. 60° t.o.v. de verticale)	Vochtige ruimten, bv. vuilnislokalen, bijstations van stoom of warm water ...
AD4	Nat	Vloeien en spatten van water in alle richtingen	Natte ruimten, bv. werven, sauna's, koelkamers ...
AD5	Besproeid	Waterstralen onder druk en in alle richtingen	Blootgestelde ruimten bv. stortbaden, stallen, slagerijen ...
AD6	Inwerking van watermassa's	Wassen met waterstraal en watermassa's	Pieren, kaaien, stranden …
AD7	Overstroomd	Diepte van het water $\leq$ 1 m.	Ondiepe baden, bijvoorbeeld deze van fonteinen …
AD8	Ondergedompeld	Diepte van het water > 1 m.	Diepe baden …

Afdeling 2.10.4. Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van vreemde vaste lichamen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AE* gevolgd door een cijfer van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.9*.

Tabel 2.9. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*
AE1	Grote afmetingen
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm
AE3	Kleinste afmeting 1 mm
AE4	Stofdeeltjes

Afdeling 2.10.5. Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen (AF)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AF* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.10*.

Tabel 2.10. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van corrosieve of vervuilende stoffen (AF)

Code	*Corrosieve en vervuilende stoffen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AF1	Verwaarloosbaar	Geen enkele invloed van corrosieve of vervuilende stoffen zowel door hun aard als door hun eigenschappen	Huishoudelijke lokalen, voor publiek toegankelijke lokalen, en in het algemeen alle lokalen waarin chemische of corrosieve stoffen noch bewerkt noch opgeslagen worden …
AF2	Van atmosferische oorsprong	Nabijheid van de zee of van bedrijven die belangrijke hoeveelheden vervuilende stoffen voortbrengen	Gebouwen in de nabijheid van scheikundige bedrijven, cementfabrieken ...
AF3	Afwisselend of toevallig	Kortstondige of toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik	Fabriekslaboratoria, onderwijslaboratoria, garages, ketelhuizen ...
AF4	Bestendig	Bestendige inwerking van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten	Scheikundige industrieën, industrieën waarin gebruik gemaakt wordt van scheikundige of corrosieve producten (verven, verchromen, koolwaterstoffen, kunststoffen...) …

Afdeling 2.10.6. Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken (AG)

Om de uitwendige invloed *"mechanische belastingen veroorzaakt door schokken"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AG* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3 overeenkomstig hetgeen volgt:

- *AG1:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 1 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-4. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor huishoudelijk en daarmee gelijkgesteld gebruik.
- *AG2:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 6 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-7. Dergelijke belasting bestaat in normale gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.
- *AG3:* de belasting stemt overeen met een schokenergie van maximaal 60 J en de overeenkomstige schokweerstandsgraad is IP XX-11. Dergelijke belasting bestaat in zware gebruiksvoorwaarden bij materieel voor industrieel gebruik.

Afdeling 2.10.7. Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Om de uitwendige invloed "*mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AH* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.11*.

Tabel 2.11. Uitwendige invloeden – Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen (AH)

Code	*Trillingen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
AH1	Zwak	Geen enkele trilling	Huishoudelijke lokalen en, in het algemeen, vast materieel zonder motor …
AH2	Middelmatig	Zwakke trillingen	Materieel dat motoren of bewegende delen bevat …
AH3	Belangrijk	Belangrijke trillingen	Nabijheid van trilzeven of triltoestellen …

Afdeling 2.10.8. Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Om de uitwendige invloed "*aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming en fauna"* aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AK* respectievelijk *AL* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.12*.

Tabel 2.12. Uitwendige invloeden – Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

Code	Flora en fauna	Voorwaarden	Voorbeelden
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming			
AK1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de flora of aan schimmels
AK2	Mogelijk	Speciale bescherming	Schadelijke of overmatige ontwikkeling van planten
Aanwezigheid van fauna			
AL1	Verwaarloosbaar	Geen gebruiks-beperkingen	Afwezigheid van schadelijke inwerking te wijten aan de fauna
AL2	Mogelijk	Speciale bescherming	Aanwezigheid van insecten, dieren of vogels in schadelijke hoeveelheden of van agressieve aard

Afdeling 2.10.9. Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Om de uitwendige invloed "*elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AM* gevolgd door een cijfer van 1 tot 6, zoals aangegeven in *tabel 2.13*.

Tabel 2.13. Uitwendige invloeden – Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM)

Code	Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden
AM1	Afwezigheid van schadelijke invloeden veroorzaakt door zwerfstromen, elektromagnetische stralingen, ioniserende stralingen of inductiestromen
AM2	Schadelijke aanwezigheid van zwerfstromen
AM3	Schadelijke aanwezigheid van elektromagnetische stralingen
AM4	Schadelijke aanwezigheid van ioniserende stralingen
AM5	Schadelijke elektrostatische invloeden
AM6	Schadelijke aanwezigheid van inductiestromen

Afdeling 2.10.10. Zonnestraling (AN)

Om de uitwendige invloed "*zonnestraling*" aan te duiden, wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *AN* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.14*.

Tabel 2.14. Uitwendige invloeden – Zonnestraling (AN)

Code	Zonnestraling
AN1	Te verwaarlozen
AN2	Schadelijke zonnestraling door de duur of intensiteit

Afdeling 2.10.11. Bekwaamheid van personen (BA)

Om de uitwendige invloed "*bekwaamheid van personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BA* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 5, zoals aangegeven in *tabel 2.15*.

Tabel 2.15. Uitwendige invloeden – Bekwaamheid van personen (BA)

Code	Bekwaamheid van personen	Voorwaarden	Voorbeelden
BA1	Gewone	Niet hieronder geclassificeerde personen	Lokalen voor huishoudelijk of analoog gebruik, lokalen gewoonlijk toegankelijk voor het publiek ...
BA2	Kinderen	Kinderen die zich bevinden in de voor hen bestemde lokalen	Kinderbewaarplaatsen en kinderkribben ...
BA3	Gehandicapten	Personen die niet over al hun fysische of geestelijke vermogens beschikken	Rusthuizen voor invaliden, ouderlingen of mentaal gehandicapten ...

Code	*Bekwaamheid van personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BA4	Gewaarschuwden	Personen die: – ofwel voldoende onderricht werden aangaande de elektrische risico's verbonden aan de hen toevertrouwde werkzaamheden; – ofwel permanent worden bewaakt door een vakbekwaam persoon (BA5) tijdens de hen toevertrouwde werkzaamheden, teneinde de aan elektriciteit verbonden risico's tot een minimum te herleiden	Uitbatings- of onderhoudspersoneel van elektrische installaties ...
BA5	Vakbekwamen	Personen die via kennis, verkregen door opleiding of ervaring, de gevaren verbonden aan de uit te voeren werkzaamheden zelf kunnen inschatten en de maatregelen kunnen bepalen om de daaruit voortvloeiende specifieke risico's te elimineren of tot een minimum te beperken	Ingenieurs en technici belast met de uitbating van elektrische installaties ...

Afdeling 2.10.12. Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Om de uitwendige invloed "*huidvochtigheid*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BB* gevolgd door een cijfer van 1 tot 3, zoals aangegeven in *tabel 2.16*.

Tabel 2.16. Uitwendige invloeden – Toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie
BB2	Natte huid
BB3	In water ondergedompelde huid

Afdeling 2.10.13. Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Om de uitwendige invloed "*aanraking van het aardpotentiaal door personen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BC* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4 zoals aangegeven in *tabel 2.17*.

Tabel 2.17. Uitwendige invloeden – Aanraking van het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Aanraking van het aardpotentiaal door personen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
BC1	Geen	Personen die zich op niet-geleidende plaatsen of in niet-geleidende ruimten bevinden	Lokalen met geïsoleerde vloer en wanden die geen enkel geleidend deel bevatten
BC2	Zwak	Personen die in normale omstandigheden niet in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden isolerend of geïsoleerd zijn en weinig geleidende delen bevatten zoals bijvoorbeeld: kamers, woonkamers, kantoren ...
BC3	Veelvuldig	Personen die veelvuldig in aanraking komen met geleidende delen op aardpotentiaal	Lokalen waarvan de vloer en de wanden geleidend zijn en vele geleidende delen bevatten ...
BC4	Voortdurend	Personen die voortdurend in aanraking zijn met geleidende delen op aardpotentiaal en voor wie de bewegingsvrijheid meestal beperkt is	Geleidende afgesloten ruimten zoals metalen vaten, stoomketels en metalen vergaarbakken ...

Afdeling 2.10.14. Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Om de uitwendige invloed "*mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BD* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.18*.

Tabel 2.18. Uitwendige invloeden – Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen (BD)

Code	Ontruimings-mogelijkheden	Voorwaarden		Voorbeelden
		Bezettingsgraad	Ontruimings-voorwaarden	
BD1	Normaal	Zwak	Gemakkelijk	Woonhuizen met een hoogte kleiner dan 25 m …
BD2	Lang	Zwak	Moeilijk	Gebouwen hoger dan of gelijk aan 25 m …
BD3	Overbezet	Groot	Gemakkelijk	Gebouwen, voor het publiek toegankelijk …
BD4	Lang en overbezet	Groot	Moeilijk	Gebouwen, hoger dan 25 m en voor het publiek toegankelijk …

Afdeling 2.10.15. Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Om de uitwendige invloeden "*aard van de behandelde of opgeslagen goederen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *BE* gevolgd door een cijfer gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.19*.

Tabel 2.19. Uitwendige invloeden – Aard van behandelde of opgeslagen goederen (BE)

Code	Aard van behandelde of opgeslagen goederen	Voorwaarden	Voorbeelden
BE1	Verwaarloosbaar risico	Afwezigheid of te verwaarlozen aanwezigheid van ontvlambare of ontplofbare stoffen of van stoffen die kunnen bezoedelen	Lokalen voor huishoudelijk gebruik…
BE2	Brandgevaar	Opslag of behandeling van brandbare materialen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt boven 55 °C	Schuren, schrijnwerkerijen, papierfabrieken, ketelhuizen, parkings, bibliotheken, archiefzalen, opslagmagazijnen ...
BE3	Ontploffingsgevaar	Opslag of behandeling van ontplofbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt kleiner dan of gelijk aan 55 °C evenals de aanwezigheid van stof dat ontplofbaar is	Raffinaderijen, koolwaterstofdepots, brandstofdepots, munitiedepots, bepaalde plastiekfabrieken …
BE4	Gevaar voor bezoedeling	Aanwezigheid van niet-beschermde voedingswaren, van farmaceutische producten, breken van lampen	Voedingsindustrieën, grote keukens, farmaceutische industrieën en laboratoria …

Afdeling 2.10.16. Bouwmaterialen (CA)

Om de uitwendige invloed "*bouwmaterialen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CA* gevolgd door het cijfer 1 of 2, zoals aangegeven in *tabel 2.20*.

Tabel 2.20. Uitwendige invloeden – Bouwmaterialen (CA)

Code	Bouwmaterialen	Voorwaarden	Voorbeelden
CA1	Niet-brandbaar materiaal	-	-
CA2	Brandbaar materiaal	Gebouwen hoofdzakelijk opgetrokken uit brandbare materialen	Houten gebouwen ...

Afdeling 2.10.17. Structuur van gebouwen (CB)

Om de uitwendige invloed "*structuur van de gebouwen*" aan te duiden wordt een code gebruikt die samengesteld is uit de letters *CB* gevolgd door een cijfer, gaande van 1 tot 4, zoals aangegeven in *tabel 2.21*.

Tabel 2.21. Uitwendige invloeden – Structuur van gebouwen (CB)

Code	*Structuur van gebouwen*	*Voorwaarden*	*Voorbeelden*
CB1	Verwaarloosbare risico's	Klassieke en stabiele constructies	-
CB2	Verspreiding van het vuur	Gebouwen waarvan de vorm en de afmetingen de verspreiding van vuur kunnen bevorderen	Hoge gebouwen Gebouwen met minstens een compartiment met een oppervlakte: – hetzij groter dan 2500 m² op een niveau; – hetzij groter dan 1250 m² op twee niveaus. …
CB3	Bewegend	Risico's te wijten aan de bewegingen van de constructie	Gebouwen met grote lengte of opgetrokken op niet-gestabiliseerde terreinen zodat verplaatsingen tussen verschillende gedeelten van het gebouw of tussen de grond en het gebouw mogelijk worden …
CB4	Instabiel of buigzaam	Zwakke constructies of deze die onderworpen kunnen worden aan bewegingen of schommelingen	Tenten, valse zolderingen verplaatsbare schotten, opblaasbare constructies …

Hoofdstuk 2.11. Werkzaamheden en controle

Afdeling 2.11.1. Werkzaamheden aan elektrische installaties

Werkzaamheden: elke vorm van werkzaamheden die met een elektriciteitsgevaar gepaard gaan. Dit kunnen zowel elektrische en niet-elektrische werkzaamheden als exploitatiewerkzaamheden zijn.

Elektrische werkzaamheden: werkzaamheden aan, met of in de omgeving van een elektrische installatie (zoals proefnemingen, metingen, herstellingen, schoonmaken van elektrische delen, vervangingen, wijzigingen, uitbreidingen en onderhoud...) en die rechtstreeks betrekking hebben op de elektrische installatie.

Niet-elektrische werkzaamheden: werkzaamheden in de omgeving van een elektrische installatie (zoals grond-, bouw-, snoei-, reinigings-, schilderwerkzaamheden...) en die geen rechtstreekse betrekking hebben op de elektrische installatie.

Exploitatiewerkzaamheden: bedienings-, besturings- en controlewerkzaamheden aan de elektrische installaties.

Bedienings- en besturingswerkzaamheden: bediening en besturing hebben als doel de elektrische toestand van een elektrische installatie te wijzigen, om een uitrusting te gebruiken, om uitrustingen aan te sluiten, af te koppelen, in werking te stellen of stil te leggen. Hierbij behoren eveneens het afschakelen en opnieuw inschakelen van installaties ten behoeve van het uitvoeren van werkzaamheden.

Controlewerkzaamheden: de controles kunnen bestaan uit:
- visuele controles;
- beproevingen;
- metingen.

Controles hebben tot doel de configuratie, de staat van onderhoud of de conformiteit van een elektrische installatie na te gaan.

De beproevingen omvatten alle activiteiten die bedoeld zijn om de werking of de elektrische, mechanische of thermische toestand van een elektrische installatie te verifiëren. De beproevingen omvatten verder ook de activiteiten die bestemd zijn om, bijvoorbeeld, de doelmatigheid van de elektrische beveiligingen en de veiligheidskringen te beproeven.

Metingen omvatten alle activiteiten bestemd om fysische grootheden te meten in een elektrische installatie.

Werkzaamheden onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in aanraking komt met blanke delen onder spanning of in de zone onder spanning binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen of uitrustingen.

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning: werkzaamheden waarbij een persoon in de nabijheidszone binnendringt, hetzij met een lichaamsdeel, hetzij met arbeidsmiddelen en uitrustingen, zonder evenwel in de zone onder spanning binnen te dringen.

Werkzaamheden buiten spanning: werkzaamheden op elektrische installaties die noch onder spanning, noch elektrisch geladen zijn en die uitgevoerd worden nadat alle maatregelen ter voorkoming van elektriciteitsrisico genomen zijn.

Werkverantwoordelijke: persoon aangeduid om de leiding van de werkzaamheden op zich te nemen.

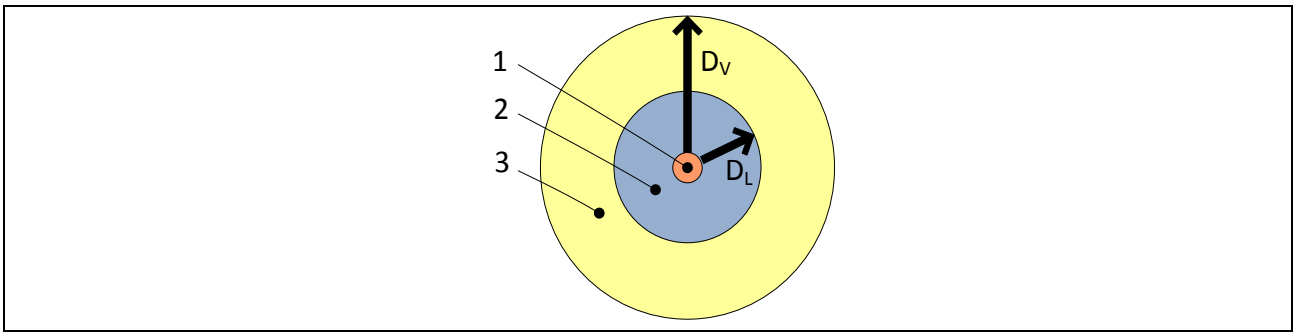
Installatieverantwoordelijke: persoon aangeduid om de verantwoordelijkheid voor de exploitatie van de elektrische installatie op zich te nemen. Indien nodig kan die verantwoordelijkheid gedeeltelijk op andere personen worden overgedragen.

Werkzone: ruimte waarbinnen de werkzaamheden uitgevoerd worden.

Nabijheidszone: een begrensde ruimte rondom de zone onder spanning zoals bepaald in de drie onderstaande afbeeldingen en in onderstaande tabel.

Zone onder spanning: een begrensde ruimte rondom de blanke actieve delen onder spanning zoals bepaald in de *figuren 2.28.* t.e.m. *2.30.* en in *tabel 2.22.*

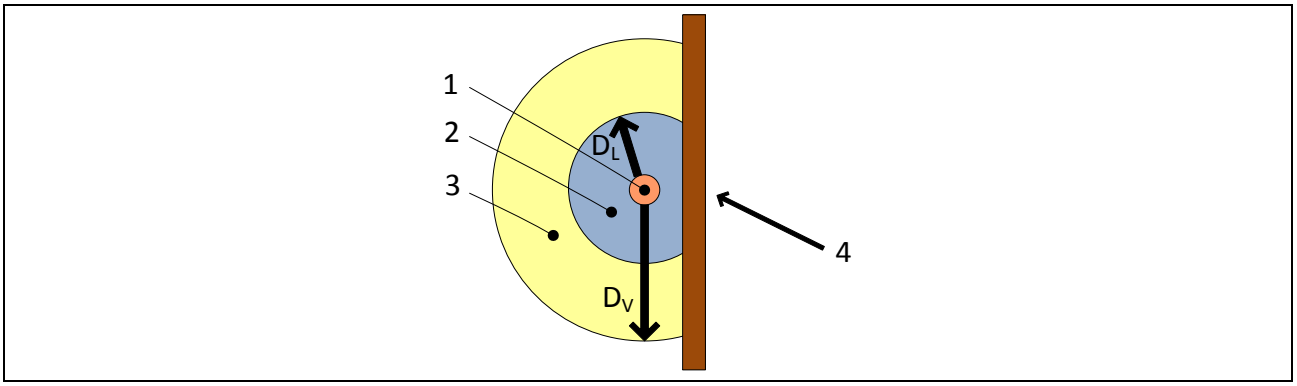
Figuur 2.28. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

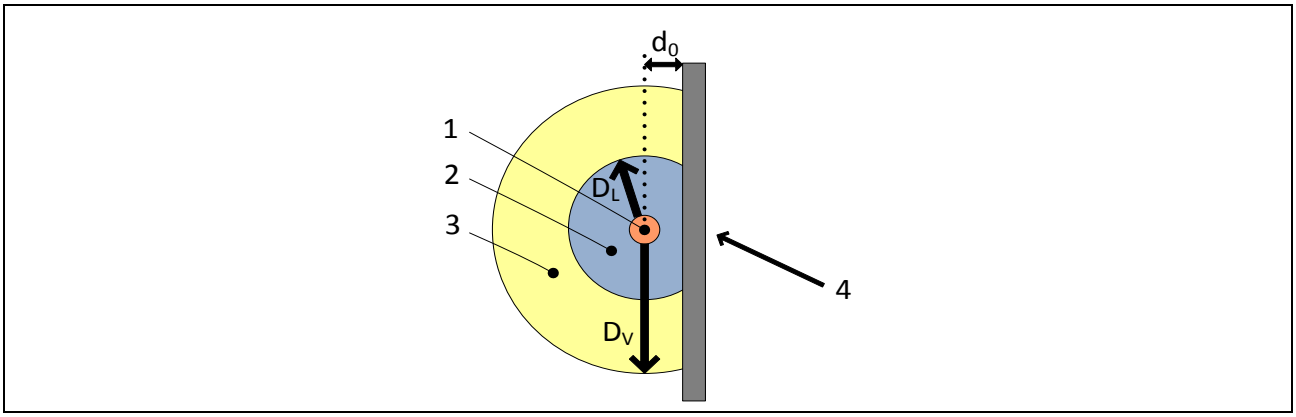
Figuur 2.29. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met isolerende beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de isolerende beschermingrichting dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Figuur 2.30. Voorstelling van de zone onder spanning en de nabijheidszone met geaarde, metalen beschermingrichting



1. blank actief deel onder spanning
2. zone onder spanning
3. nabijheidszone
4. buitenoppervlak van de geaarde metalen beschermingrichting, die integraal deel uitmaakt van de elektrische installatie, dat toelaat de toegang tot de zone onder spanning en/of de nabijheidszone te vermijden

d_0: minimumafstand volgens *punt e.2.* van *onderafdeling 4.2.2.1.*
D_L: afstand die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft
D_V: afstand die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft

Tabel 2.22. Waarden van de afstanden D_L en D_V

Nominale netspanning U_N [kV] (effectieve waarde)	Afstand D_L die de buitengrens van de zone onder spanning aangeeft [mm]	Afstand D_V die de buitengrens van de nabijheidszone aangeeft [mm]
≤1	geen aanraking	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3100
150	1200	3200
220	1600	3600
275	1900	3900
380	2500	4500
480	3200	6200
700	5300	8300

Opmerking 1: de tussenwaarden van D_L en D_V kunnen door lineaire interpolatie worden berekend.

Opmerking 2: voor gelijkspanningsinstallaties wordt aanbevolen om dezelfde afstanden te gebruiken onder verwijzing naar de nominale spanningswaarden van het net.

Afdeling 2.11.2. Controle van elektrische installaties

Erkend organisme: keuringsinstelling belast met de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en met de controlebezoeken van de elektrische installaties.

Agent-bezoeker: de persoon, beschikkend over een bevoegdheidsverklaring van een erkend organisme, die de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of de controlebezoeken uitvoert.

Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname: gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.4.*

Controlebezoek: controle van de elektrische installaties voorzien in *hoofdstuk 6.5*.

Routinebezoek: bezoek van de elektrische installaties op hoogspanning voorzien in *afdeling 9.1.2*.

Ingebruikname: de eerste terbeschikkingstelling van een elektrische installatie voor bedrijfsdoeleinden.

Belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding: wijziging of uitbreiding van een elektrische installatie die een bijkomende impact (nog niet afgedekt door een gelijkvormigheidscontrole) op de veiligheid van personen of goederen heeft.

Hoofdstuk 2.12. Schema's, plannen en documenten van elektrische installaties

Principeschema: schema of beschrijving van de elektrische installatie.

Document van de uitwendige invloeden: document dat de uitwendige invloeden aangeeft die in de verschillende ruimten in beschouwing te nemen te zijn.

Zoneringsplan: plan dat de ruimten aangeeft waar een ontploffingsgevaar kan bestaan. Deze ruimten zijn in overeenstemming met de voorschriften van dit Boek ingedeeld in verschillende zones.

Zoneringsverslag: document dat de gegevens vermeldt waarop de vaststelling van de zones en hun uitgestrektheid gesteund zijn, de besluiten en de verantwoording ervan.

Evacuatieplan: plan dat de indeling en de bestemming van de ruimten, de situering van de compartimentsgrenzen, de ligging van de ruimten met een verhoogd brandgevaar, de ligging van de uitgangen, nooduitgangen en verzamelplaatsen na evacuatie en het tracé van de evacuatiewegen aangeeft.

Lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten: lijst die de ruimten aangeeft waarvan hun evacuatie door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden.

Plan van de veiligheidsinstallaties: plan dat de lokalen en de compartimenten toont en weergeeft:
- de plaats van de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de plaats van de veiligheidsstroombanen;
- de plaats van de veiligheidsverbruikers;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de veiligheidsstroombanen per compartiment.

Plan van de kritische installaties: plan dat de lokalen toont en weergeeft:
- de plaats van de kritische stroombanen;
- de plaats van de kritische verbruikers;

en als bijzondere maatregelen van toepassing zijn in geval van het uitvallen van de normale bron en/of brand:
- de plaats van de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de compartimenten en hun brandweerstand;
- de gevolgde weg en de lengte van de kritische stroombanen per compartiment.

De kritische installaties mogen op het plan van de veiligheidsinstallaties weergegeven worden op voorwaarde dat de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties aangeduid zijn op dit plan zodat iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties: lijst die aangeeft:
- de type van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker en/of elke kritische verbruiker (indien van toepassing voor de kritische verbruikers);
- de genomen maatregelen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Plan van de ondergrondse leidingen (kabelplan): plan dat de plaats aangeeft van de ondergrondse elektrische leidingen.

Deel 3. Bepaling van de algemene kenmerken van elektrische installaties

HOOFDSTUK 3.1. ALGEMEENHEDEN **45**
Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken **45**
Afdeling 3.1.2. Schema **45**
Onderafdeling 3.1.2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 45
Onderafdeling 3.1.2.2. Bij hoogspanning 45
Afdeling 3.1.3. Merken van stroombanen **45**
Onderafdeling 3.1.3.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 45
Onderafdeling 3.1.3.2. Bij hoogspanning 46
HOOFDSTUK 3.2. VOEDING EN STRUCTUREN **46**
Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen **46**
Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spanning **46**
Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding 46
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net 46
Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net 47
Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net 47
Afdeling 3.2.3. Types van aardverbindingssystemen bij hoogspanning **48**
Afdeling 3.2.4. Voeding **48**
Afdeling 3.2.5. Indeling van de installaties **48**
Onderafdeling 3.2.5.1. Doel 48
Onderafdeling 3.2.5.2. Afwezigheid van elektrische scheiding 48
HOOFDSTUK 3.3. COMPATIBILITEIT **48**
Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties **48**
Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie **48**
Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke **49**
HOOFDSTUK 3.4. VEILIGHEIDSINSTALLATIES **49**
Afdeling 3.4.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning **49**
Afdeling 3.4.2. Bij hoogspanning **49**
HOOFDSTUK 3.5. KRITISCHE INSTALLATIES **49**
Afdeling 3.5.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning **49**
Afdeling 3.5.2. Bij hoogspanning **49**

Hoofdstuk 3.1. Algemeenheden

Afdeling 3.1.1. Bepaling van de installatiekenmerken

De bepaling van de volgende installatiekenmerken worden vastgesteld aan de hand van de vermelde hoofdstukken:
- het doel waarvoor de installatie is ontworpen, de algemene indeling en de voedingsbronnen (zie *hoofdstuk 3.2.*);
- de uitwendige invloeden waaraan de installatie wordt blootgesteld (zie *hoofdstuk 2.10.*);
- de compatibiliteit van elektrisch materieel van de installatie (zie *hoofdstuk 3.3.*);

Met deze kenmerken moet rekening worden gehouden bij het kiezen van beschermingsmaatregelen (zie *deel 4.*), bij de keuze en installatie van het elektrisch materieel (zie *deel 5.*) en de naleving van de bijzondere regels (zie *deel 7.*).

Het isolatieniveau van een elektrische installatie moet zo zijn dat zij zonder schade de voorziene elektrische invloeden kan verdragen onder de normale werkingsvoorwaarden.

Afdeling 3.1.2. Schema

Onderafdeling 3.1.2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema of een beschrijving die onder andere aangeeft:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- de aard en de samenstelling van de belangrijkste stroombanen;
- de plaats en de kenmerken van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de belangrijkste stroombanen.

Dit schema of deze beschrijving moet ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht of controle van deze installatie of er aan te werken.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's of de beschrijvingen aangevuld met een:

- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Onderafdeling 3.1.2.2. Bij hoogspanning

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema en een beschrijving die onder andere aangeven:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- het te verwachten kortsluitvermogen van het verdeelnet in zijn normale toestand, op de plaats van de installatie;
- de aard en de samenstelling van de stroombanen;
- de kenmerken en regelingen van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de stroombanen;
- de plaats van de aardverbindingen.

Dit schema en deze beschrijving moeten ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is om deze elektrische installatie na te zien, te controleren of eraan te werken.

Indien van toepassing zijn de hiervoor genoemde schema's en de beschrijvingen aangevuld met een:

- lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten;
- plan van de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties;
- lijst met de veiligheidsinstallaties en/of de kritische installaties.

Afdeling 3.1.3. Merken van stroombanen

Onderafdeling 3.1.3.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De schakelaars en beschermingsinrichtingen van de voornaamste stroombanen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van individuele aanduidingen waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

Teneinde de identificatie van de kabels van een zichtbaar aangebrachte bundel toe te laten moet, indien dit noodzakelijk blijkt te zijn, gebruik gemaakt worden van aanduidingen die op regelmatige afstanden herhaald worden.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

De bijzondere voorschrifen voor de veiligheidsinstallaties en de kritische installaties worden in *afdeling 5.6.8.* (veiligheidsinstallaties) en in *onderafdeling 5.7.2.5.* (kritische installaties).

Onderafdeling 3.1.3.2. Bij hoogspanning

De schakelaars en beschermingsinrichtingen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van aanduidingen uit duurzaam materiaal waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of wijzigingen of uitbreidingen van de installatie.

Om hun identificatie toe te laten moet, bij een bundel zichtbaar aangebrachte kabels, indien dit noodzakelijk blijkt, gebruik gemaakt worden van vaste merktekens die op regelmatige afstanden aangebracht worden.

In ruimten van de elektrische dienst moeten de nominale spanningen duidelijk aangeduid worden op oordeelkundig gekozen plaatsen.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Hoofdstuk 3.2. Voeding en structuren

Afdeling 3.2.1. Voedingsvermogen

De bepaling van het voedingsvermogen is essentieel voor een economisch en betrouwbaar ontwerp van een installatie, rekening houdend met beperkingen door de temperatuur en spanningsval.

Bij het vaststellen van het voedingsvermogen van een installatie of deel daarvan mag rekening worden gehouden met de gelijktijdigheidsfactor en de gebruiksfactor van alle belastingen.

Afdeling 3.2.2. Types van aardverbindingssystemen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 3.2.2.1. Inleiding

De volgende types van aardverbindingssystemen zijn in beschouwing genomen in het kader van dit Boek:

- het TN-net (en zijn varianten);
- het TT-net;
- het IT-net.

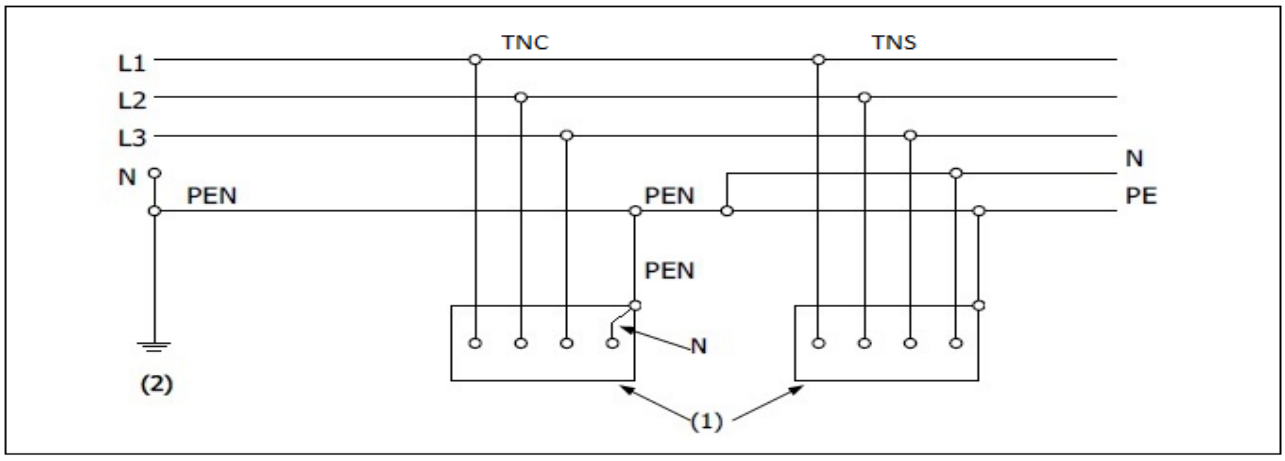
Onderafdeling 3.2.2.2. Aardverbindingssysteem bij een TN-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator, moet geaard worden. De beschermingsgeleider moet met dit nulpunt verbonden worden en over het ganse verdeelnet geïnstalleerd worden. Indien het nulpunt niet bestaat of niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. In dit geval moeten de fasegeleider en de beschermingsgeleider gescheiden zijn.

De beschermingsgeleider moet geaard worden in de nabijheid van elke generator of transformator. Hij moet bovendien geaard worden op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van defect, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

De massa's van het elektrische materieel moeten verbonden worden met voornoemde beschermingsgeleider.

Figuur 3.1. TN-C-S-net



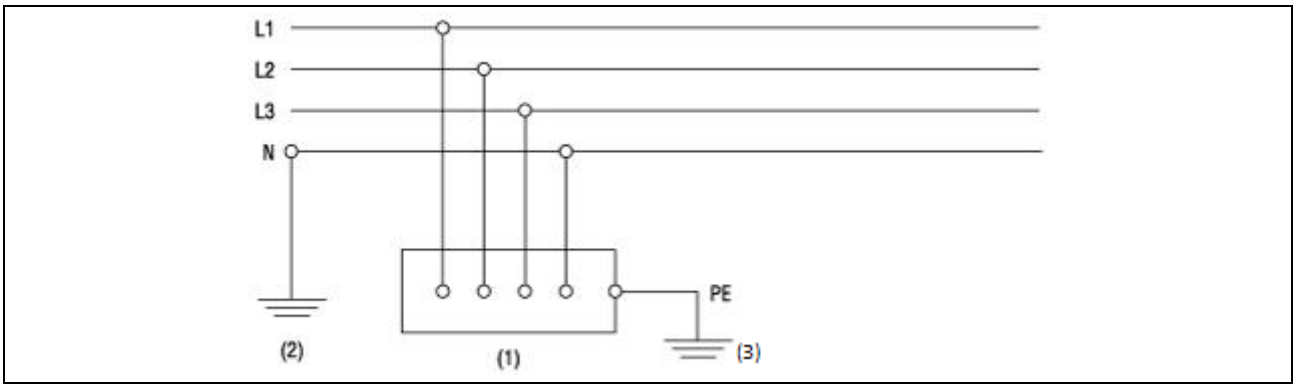
(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet

Onderafdeling 3.2.2.3. Aardverbindingssysteem bij een TT-net

Een punt van het net, bijvoorbeeld het nulpunt van elke generator of transformator moet geaard worden. Indien het nulpunt niet bestaat of indien het niet bereikbaar is, moet een fasegeleider van elke generator of transformator geaard worden. Bovendien mag dit eveneens gebeuren met de overeenkomstige geleider van het verdeelnet.

De massa's van het elektrisch materieel moeten, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk verbonden worden met één of meer aardverbindingen die onafhankelijk zijn van bovengenoemde aardverbindingen.

Figuur 3.2. TT-net



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Aardverbinding van de massa

Onderafdeling 3.2.2.4. Aardverbindingssysteem bij een IT-net

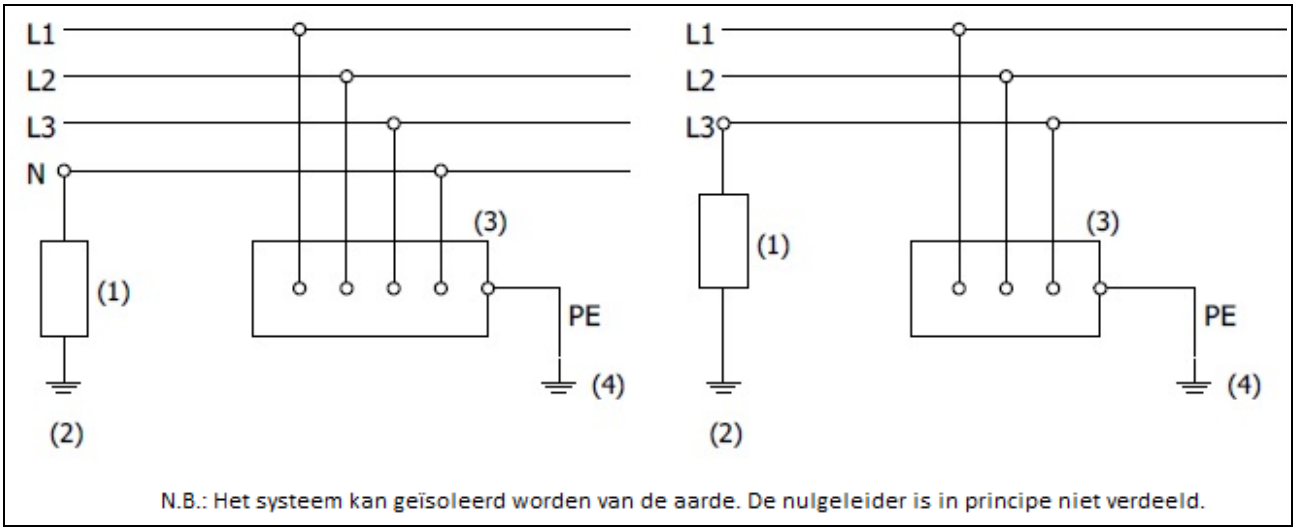
Het nulpunt wordt niet of enkel via een voldoende grote impedantie geaard. Geen enkele actieve geleider mag rechtstreeks geaard worden. Een punt van de installatie mag nochtans geaard worden via een aangepaste impedantie. Een kunstmatig nulpunt mag rechtstreeks geaard worden indien de homopolaire impedantie voldoende groot is. Teneinde de overspanningen te verminderen en de potentiaalschommelingen van de installatie ten opzichte van de aarde te dempen, mag men bijkomende aardingen voorzien via impedanties of kunstmatige nulpunten, waarvan de kenmerken aangepast zijn aan deze van de installatie.

De eventuele nulgeleider moet op dezelfde wijze geïsoleerd zijn en geplaatst worden als een fasegeleider.

De massa's van elektrisch materieel moeten geaard worden, hetzij individueel, hetzij in groepen, hetzij gezamenlijk. Nochtans moeten gelijktijdig genaakbare massa's met dezelfde beschermingsgeleider verbonden worden.

In een elektrische installatie, waarvan de actieve delen niet rechtstreeks geaard zijn, moet het elektrische materieel, gevoed tussen fasen en nulgeleider, zodanig gekozen worden dat zijn isolatie ten minste overeenstemt met de spanning tussen fasen.

Figuur 3.3. IT-net



(1) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Massa
(4) Aardverbinding van de massa

Afdeling 3.2.3. Types van aardverbindingssystemen bij hoogspanning

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de definities van aardverbindingssystemen voor hoogspanningsinstallaties bepalen.

Afdeling 3.2.4. Voeding

De volgende karakteristieken van de voeding worden bepaald:
- de aard van de stroom en de frequentie;
- de waarde van de nominale spanning;
- de waarde van de veronderstelde kortsluitstroom aan de oorsprong van de installatie;
- de mogelijkheid om aan de noden van de installatie te voldoen (bv.: noodzakelijk vermogen, noodzaak tot noodvoeding…).

Afdeling 3.2.5. Indeling van de installaties

Onderafdeling 3.2.5.1. Doel

De elektrische installatie moet zo nodig ingedeeld worden in verscheidene stroombanen om de gevolgen van een fout te beperken, alsook om het opsporen van fouten, de controle en het onderhoud te vergemakkelijken.

Deze stroombanen moeten zodanig opgevat en verwezenlijkt worden dat zij niet ongewild door een andere stroombaan kunnen worden gevoed.

Onderafdeling 3.2.5.2. Afwezigheid van elektrische scheiding

Wanneer de stroombaan gevoed wordt door een net op hogere spanning door middel van toestellen zonder elektrische scheiding, zoals autotransformatoren, potentiometers, halfgeleiderinrichtingen..., dient de aldus gevoede stroombaan beschouwd te worden als deel uitmakend van het voedend net.

Hoofdstuk 3.3. Compatibiliteit

Afdeling 3.3.1. Onafhankelijkheid van een elektrische installatie ten overstaan van andere installaties

De elektrische en niet-elektrische installaties moeten derwijze opgesteld worden dat elke gevaarlijke wederzijdse invloed vermeden wordt.

Afdeling 3.3.2. Onafhankelijkheid van de delen van een elektrische installatie

Wanneer elektrische machines, toestellen en leidingen, doorlopen door stromen van verschillende aard of spanning, gegroepeerd worden op een zelfde plaats of in een zelfde geheel van toestellen, moeten alle

elektrische machines, toestellen, leidingen en sturingstoestellen, behorend tot een zelfde stroomsoort of tot een zelfde spanning, in de mate van het mogelijke van de andere gescheiden worden. Bovendien worden ze aangeduid overeenkomstig *afdelingen 3.1.3.* en *5.1.6.*

Aangepaste schikkingen volgens de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden opdat de werking en de bediening van het elektrisch materieel geen schadelijke invloed zou kunnen hebben op andere elektrische machines, toestellen of leidingen of op de voedingsbron.
Deze invloeden betreffen in het bijzonder:
- voorbijgaande overspanningen;
- aanloopstromen;
- harmonische stromen;
- gelijkspanningscomponenten;
- hoogfrequentoscillaties;
- lekstromen;
- stroomlevering aan het voedingsnet door bepaalde toestellen of machines van de installatie.

Afdeling 3.3.3. Installaties voor telecommunicatie, signalisatie en dergelijke

Elke installatie voor telecommunicatie, besturing, signalisatie en dergelijke moet van de nodige inrichtingen voorzien worden om de beveiliging te waarborgen tegen wederzijdse beïnvloeding tussen deze installaties en andere elektrische installaties, met het oog op de bescherming tegen elektrische schokken, brand en thermische effecten, alsook met het oog op een bevredigende werking (verenigbaarheid), bijvoorbeeld:
- een voldoende scheiding tussen de telecommunicatiekabels en andere leidingen;
- systemen van gemeenschappelijke of gescheiden aarding, naargelang de functionele behoeften;
- keuze en uitvoering van de bedrading en van het vast telecommunicatiematerieel.

De vermelding van bevredigende werking (verenigbaarheid) beoogt voorzorgsmaatregelen die moeten genomen worden tegen wederzijdse interferentie verschillend van radio-elektrische storingen, tussen telecommunicatie-installaties en andere installaties.

De keuze en realisatie van telecommunicatiematerieel wordt enkel beschouwd met het oog op hun veiligheid en hun verenigbaarheid met betrekking tot andere elektrische installaties.

Voor wat betreft de energievoorziening van deze installaties zijn de elektrische veiligheidsmaatregelen en de werkingswaarborgen van toepassing zoals ze worden bepaald hetzij in de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of geregistreerde door het NBN norm hetzij in beschikkingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Hoofdstuk 3.4. Veiligheidsinstallaties

Afdeling 3.4.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorschriften voor de veiligheidsinstallaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.6.*

Afdeling 3.4.2. Bij hoogspanning

De veiligheidsinstallaties en hun tijd van functiebehoud worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Hoofdstuk 3.5. Kritische installaties

Afdeling 3.5.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voorschriften voor de kritische installaties zijn opgenomen in *hoofdstuk 5.7.*

Afdeling 3.5.2. Bij hoogspanning

De kritische installaties en hun tijd van functiebehoud (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) worden bepaald op basis van een risicoanalyse door de uitbater of zijn afgevaardigde en worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de

uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Deel 4. Beschermingsmaatregelen

HOOFDSTUK 4.1. INLEIDING 55

HOOFDSTUK 4.2. BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOKKEN 55

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden 55

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom 55

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden 55

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking ... 55

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingswijzen 55

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten 60

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst 61

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen 63

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij lage zeer spanning 64

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning 64

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie bij laagspanning en bij zeer lage spanning 65

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning zonder automatische onderbreking van de voeding 66

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging 70

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS 76

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied 76

Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden 77

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning 77

Afdeling 4.2.5. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.2. Aardingsinstallatie bij hoogspanning 78

Onderafdeling 4.2.5.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 79

Onderafdeling 4.2.5.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding bij hoogspanning 80

Onderafdeling 4.2.5.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning 81

Afdeling 4.2.6. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding 81

Onderafdeling 4.2.6.1. Algemeenheden 81

Onderafdeling 4.2.6.2. Te treffen maatregelen 81

Afdeling 4.2.7. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning 83

Onderafdeling 4.2.7.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS) 83

Onderafdeling 4.2.7.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS) ... 83

Onderafdeling 4.2.7.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS) 84

Onderafdeling 4.2.7.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS 85

Onderafdeling 4.2.7.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS 85

HOOFDSTUK 4.3. BESCHERMING TEGEN THERMISCHE INVLOEDEN 85

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden 85

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe 85

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen 86
Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden 86
Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden 86
Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel 86
Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel 87
Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand 87
Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden 87
Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities 87
Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte 88
Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels 88
Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand 90
Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar 91
Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand 93
Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen 95
HOOFDSTUK 4.4. ELEKTRISCHE BESCHERMING TEGEN OVERSTROOM 95
Afdeling 4.4.1. Algemeenheden 95
Onderafdeling 4.4.1.1. Principe 95
Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen 96
Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting bij laagspanning en bij zeer lage spanning 96
Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning 96
Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen 96
Onderafdeling 4.4.1.6. Distributie- en transmissienetten 97
Onderafdeling 4.4.1.7. Aansluitingen voor netgebruikers 97
Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning 97
Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting 97
Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting 97
Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen kortsluiting bij hoogspanning 98
Onderafdeling 4.4.3.1. Principe 98
Onderafdeling 4.4.3.2. Onderbrekingsvermogen 98
Onderafdeling 4.4.3.3. Kortsluitvermogen 98
Onderafdeling 4.4.3.4. Kortsluitstroom 98
Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning 98
Onderafdeling 4.4.4.1. Principe 98
Onderafdeling 4.4.4.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting 98
Onderafdeling 4.4.4.3. Vrijstellingen 99
Onderafdeling 4.4.4.4. Parallel verbonden elektrische leidingen 99
Afdeling 4.4.5. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning 100
Onderafdeling 4.4.5.1. Onderbreking van de getroffen geleider 100
Onderafdeling 4.4.5.2. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider 100
Onderafdeling 4.4.5.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider 100
Onderafdeling 4.4.5.4. IT-net met verdeelde nulgeleider 100
Onderafdeling 4.4.5.5. PEN-geleider 100
Onderafdeling 4.4.5.6. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider 100
Afdeling 4.4.6. Bescherming tegen overbelasting bij hoogspanning 101
Onderafdeling 4.4.6.1. Principe 101
Onderafdeling 4.4.6.2. Uitzonderingen 101
HOOFDSTUK 4.5. BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING 101
Afdeling 4.5.1. Algemeen principe 101

Afdeling 4.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 101
Onderafdeling 4.5.2.1. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren.....101
Onderafdeling 4.5.2.2. Overspanningsbegrenzer in IT-netten.....101
Onderafdeling 4.5.2.3. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders 101
HOOFDSTUK 4.6. BESCHERMING TEGEN BEPAALDE ANDERE UITWERKINGEN 102
Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen 102
Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden 102
Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's 102
Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen 102

Hoofdstuk 4.1. Inleiding

Maatregelen ter bescherming van personen en goederen moeten genomen worden op volgende gebieden:
- bescherming tegen elektrische schokken (*hoofdstuk 4.2.*);
- bescherming tegen thermische effecten (*hoofdstuk 4.3.*);
- bescherming tegen overstromen (*hoofdstuk 4.4.*);
- bescherming tegen overspanningen (*hoofdstuk 4.5.*);
- bescherming tegen spanningsdalingen (*afdeling 4.6.1.*);
- bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden (*afdeling 4.6.2.*);
- bescherming tegen besmettingsrisico's (*afdeling 4.6.3.*);
- bescherming tegen risico's te wijten aan ongewilde bewegingen en ontijdig aanzetten (*afdeling 4.6.4.*).

Hoofdstuk 4.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Afdeling 4.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.2.1.1. Schokstroom

Een gevaarlijke schokstroom kan het menselijk lichaam doorlopen indien aan volgende voorwaarden voldaan is:
1. het menselijk lichaam dient als geleidend deel in een gesloten stroombaan;
2. de actieve delen van elektrisch materieel, de massa's of de vreemde geleidende delen bevinden zich op verschillende potentialen;
3. de waarde van de stroom is voldoende groot of de duur van de stroomdoorgang in het menselijk lichaam is voldoende lang in functie van de waarde van de stroom om gevaarlijke fysiopathologische gevolgen te hebben.

De beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken trachten ten minste één van deze drie omstandigheden te verhinderen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve maatregelen, naargelang deze al dan niet het onderbreken van de stroom tot gevolg hebben.

Onderafdeling 4.2.1.2. Toegelaten spanningsgebieden

Alle spanningsgebieden zijn toegelaten voor de voeding van elektrisch materieel in gewone ruimten en in ruimten van de elektrische dienst.

Nochtans, in wooneenheden, is alleen de voeding op zeer lage spanning en laagspanning van 1e categorie toegelaten.

Afdeling 4.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 4.2.2.1. Beschermingswijzen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden hetzij bij de constructie van het elektrisch materieel, hetzij bij de installatie ervan.

De aanraking van niet-beschermde actieve delen van het elektrisch materieel moet onmogelijk gemaakt of bemoeilijkt worden:
- hetzij door middel van omhulsels;
- hetzij door isolatie;
- hetzij door verwijdering;
- hetzij door middel van hindernissen.

b. Bescherming door middel van omhulsels

b.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De bescherming door middel van omhulsels tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels, rekening houdend met de invloeden waaraan deze omhulsels normaal blootgesteld zijn;
2. het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk wanneer ten minste een van de volgende voorwaarden vervuld is:
   - de omhulsels mogen niet geopend of weggenomen kunnen worden zonder gereedschap of sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van de omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen aangeraakt worden bij afwezigheid van deze bescherming, niet buiten spanning gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder 1) vermelde voorwaarden en die op zulke wijze aangebracht zijn dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels open of weggenomen zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

Nochtans wordt, ten behoeve van occasionele werkzaamheden (bijvoorbeeld afstellen of herwapenen van regelapparatuur, vervangen van smeltveiligheden), het openen of het wegnemen van uitwendige omhulsels of van samenstellende delen toegestaan zonder gebruik van gereedschap of sleutel voor zover de hierna vermelde voorwaarden zijn vervuld:
- alle actieve delen binnen de omhulsels behoren tot het domein van de laagspanning van de 1e categorie;
- de werkzaamheden mogen alleen worden uitgevoerd door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen;
- de onderdelen waarop moet worden ingegrepen zijn zodanig opgevat en opgesteld dat de werkzaamheden op een veilige wijze kunnen worden uitgevoerd;
- de voor de handelingen noodzakelijke bewegingsruimte is derwijze dat de bescherming tegen toevallige aanraking van de gevaarlijke actieve delen is gewaarborgd. Wanneer de bewegingsruimte te beperkt is, dient de bescherming tegen toevallige aanraking te zijn verwezenlijkt d.m.v. hindernissen.

b.2. Bij hoogspanning

De bescherming, door middel van omhulsels, tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zodanig omgeven zijn dat elke aanraking met deze delen onmogelijk is.

Deze omhulsels moeten voldoen, aan volgende voorwaarden:
1. de doeltreffendheid van de bescherming wordt verzekerd door de aard, de afmetingen, de schikking, de stabiliteit, de stevigheid en eventueel de isolerende eigenschappen van de omhulsels rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal blootgesteld zijn;
2. de omhulsels zijn vervaardigd uit metaal of een isolerende stof. In dit laatste geval worden, indien nodig, maatregelen genomen tegen de schadelijke gevolgen van lekstromen en elektrostatische ladingen;
3. het openen of het wegnemen van de omhulsels of van hun samenstellende delen is slechts mogelijk indien ten minste aan een van de volgende voorwaarden is voldaan:
   - de omhulsels mogen niet kunnen geopend of weggenomen worden zonder de hulp van gereedschap of van een sleutel;
   - een vergrendelingsmechanisme belet het openen of het wegnemen van omhulsels zolang de inwendige niet-beschermde actieve delen, die toevallig kunnen worden aangeraakt bij afwezigheid van deze bescherming, niet spanningsloos gesteld werden;
   - er is automatische afschakeling van de spanning op alle niet-beschermde actieve delen die toevallig kunnen worden aangeraakt op het ogenblik van het openen of het wegnemen van de omhulsels;
   - er zijn een of meerdere inwendige schermen aanwezig die beantwoorden aan de hierboven onder *punt 1.* genoemde voorwaarden, en die zo zijn aangebracht dat de niet-beschermde actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de omhulsels open of weggenomen zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd of worden automatisch geplaatst; ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

c. Bescherming door isolatie

De bescherming door isolatie tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de actieve delen zijn bedekt met een isolerend materiaal dat blijvend bevestigd of op haar plaats gehouden wordt en die elke aanraking van deze actieve delen belet. Deze isolatie mag slechts door vernietiging kunnen worden weggenomen.

d. Bescherming door verwijdering

d.1. Algemeenheden

De bescherming door verwijdering tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen:
- hetzij, wanneer de niet-beschermde actieve delen buiten het genaakbaarheidsgabarit geplaatst of geïnstalleerd zijn;
- hetzij, wanneer er binnen het genaakbaarheidsgabarit geen gelijktijdig genaakbare actieve delen en stukken zijn die zich op potentialen bevinden waarvan het verschil groter is dan de absolute conventionele grensspanning (*onderafdeling 2.4.1.1.*).

Indien het verplaatsings- of werkoppervlak niet in horizontale zin begrensd is door zijn eigen schikking, moet het dit zijn door ten minste één niet-buigzaam materieel element dat in staat is de toevallige doorgang van een persoon te verhinderen en waarvan het bovenste deel op een hoogte ligt begrepen tussen 1 m en 1,20 m van de grond.

d.2. Bij hoogspanning

De afstand d_1 (zie onderafdeling *2.4.1.1.*) van het genaakbaarheidsgabarit moet in alle omstandigheden behouden blijven tussen het oppervlak waarop personen zich bevinden, zich verplaatsen of werken en de actieve delen met inbegrip van de isolatoren. In exclusieve ruimten van de elektrische dienst bedraagt de afstand tussen het isolerend gedeelte van de isolator en het verplaatsingsoppervlak minimum 2,5 m.

e. Bescherming door middel van hindernissen

e.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De bescherming door middel van hindernissen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zodanig zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

e.2. Bij hoogspanning

e.2.1. Algemeenheden

Deze beschermingswijze kan toegepast worden bij hoogspanningstoestellen die zich niet in geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen bevinden.

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt bekomen wanneer de niet-beschermde actieve delen zo omgeven zijn dat iedere aanraking van deze delen onmogelijk is.

Deze hindernissen moeten uit metaal zijn en/of uit een isolerende stof. Ze moeten aan dezelfde voorwaarden voldoen als deze, bepaald in *punt b.2.* voor de omhulsels.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de minimumafmetingen van de hindernissen vastleggen.

Bovendien wordt de afstand die de hindernissen van de niet-beschermde actieve delen moet scheiden gegeven in onderafdeling *5.1.3.2.*

Deze afstand mag nochtans met 20 % verminderd worden indien:
- de installatie aangesloten is op een hoogspanningsnet waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 50 kV en waarvan het nulpunt rechtstreeks en blijvend geaard is;
- de installatie aangesloten is op een ondergronds kabelnet waarvan de nominale spanning tussen

fasen groter is dan 50 kV.

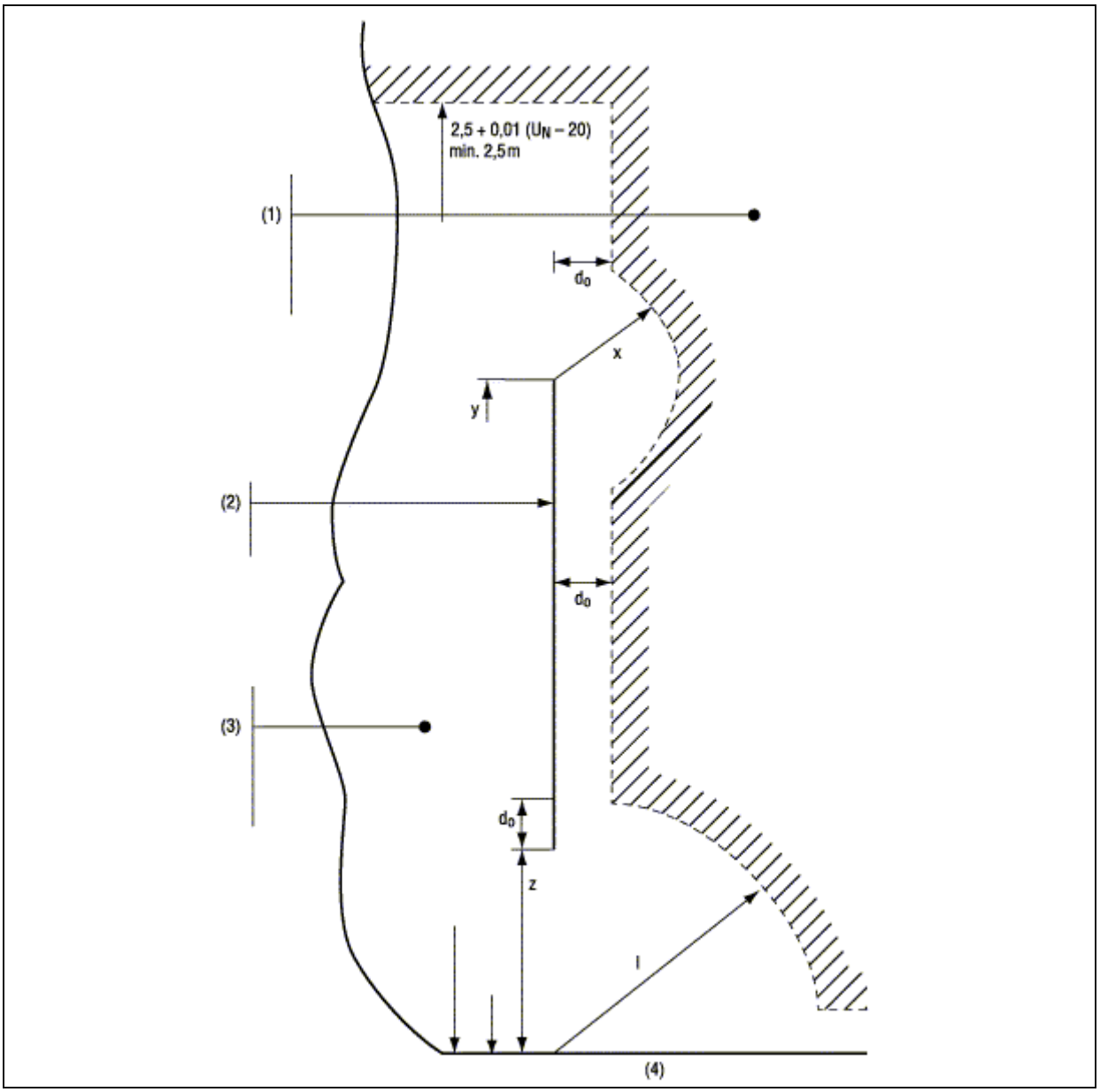
e.2.2. In de exclusieve ruimten van de elektrische dienst

De bescherming, door middel van hindernissen, tegen elektrische schokken, bij rechtstreekse aanraking wordt in de exclusieve ruimten van de elektrische dienst bepaald bij *punt c.1.* van onderafdeling *4.2.2.3.* bekomen wanneer de hindernissen een toevallige benadering van de niet-beschermde actieve delen beletten.

De hindernissen moeten zo zijn dat hun doeltreffendheid verzekerd wordt door hun aard, hun afmetingen, hun schikking, hun stabiliteit, hun stevigheid en eventueel hun isolerende eigenschappen, rekening houdend met de invloeden waaraan zij normaal zijn blootgesteld.

De hindernissen worden bepaald door de hoogte waarop hun boven- en onderranden zich bevinden; deze hoogten worden gemeten vanaf de vloer en respectievelijk y en z genoemd zoals vermeld in *figuur 4.1.*

Figuur 4.1. Minimale afstanden voor de bescherming door middel van hindernissen bij hoogspanning



(1) Toegelaten zone voor niet-beschermde actieve delen
(2) Hindernis
(3) Onderhouds- of dienstplaatsen
(4) Vloer
NB: Afstanden uitgedrukt in m en U_N in kV

De schikking van de hindernissen ten opzichte van de vloer en de niet beschermde actieve delen moet, zoals beschreven in bovenstaande figuur, zo zijn dat:

1. de hoogte y van hun bovenrand ten minste gelijk is aan 1,75 m; de hoogte z van hun onderrand ten hoogste gelijk is aan 0,50 m; nochtans mogen de afstanden y en z herleid worden tot respectievelijk 1,50 en 0,75 m indien die vereist wordt door noodzakelijkheden van functionele aard;
2. in de ruimten gelegen in de nabijheid en boven de bovenrand van de hindernis, de niet-beschermde actieve delen verwijderd zijn van deze bovenrand:
   - met ten minste de afstand d_0 ten opzichte van het vlak van de hindernis gegeven door één van de volgende formules:
     $d_0 = 0{,}05 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ indien de beschermingsgraad van de hindernis ten minste IP2X is;
     $d_0 = 0{,}10 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ indien de beschermingsgraad van de hindernis IP1X is;
     in deze formules is d_0 gegeven in m en U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid;
   - met ten minste de afstand x ten opzichte van de bovenrand van de hindernis, gegeven door de formule
     $x = 2 + 0{,}01\ (U_N - 20) - y$
     In deze formule zijn x en y gegeven in m, U_N de nominale spanning tussen fasen van het net of van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid en y de hoogte van de bovenrand van de hindernis ten opzichte van de vloer;
3. in de ruimte nabij en onder de onderrand van de hindernis, de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen en de snijlijn van het vlak van de hindernis en de vloer ten minste gelijk is aan de afstand l in m, gegeven door de formule
   $l = z + d_0$
   waarbij de waarden z en d_0 hierboven werden bepaald;
4. in de ruimte achter de hindernis is de afstand tussen de niet-beschermde actieve delen tot de hindernis gelijk aan d_0.

f. Bijkomende bescherming bij laagspanning door middel van differentieelstroominrichting

Een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid kan worden gebruikt als bijkomende bescherming bij laagspanning.

Deze beschermingsmaatregel is uitsluitend bedoeld om andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking te vervolledigen.

Alleen het gebruik van differentieelstroominrichtingen met hoge of zeer hoge gevoeligheid, zoals bepaald in *onderafdeling 2.6.4.2.* wordt erkend als bijkomende beschermingsmaatregel bij het in gebreke blijven van andere beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking of in geval van onvoorzichtigheid van de gebruikers.

g. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning van de nulgeleider gebruikt als beschermingsgeleider

Wanneer aan de voorgeschreven voorwaarden van de beschouwde beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking is voldaan, wordt aangenomen dat zowel de nulgeleider, gebruikt als beschermingsgeleider (PEN), als de delen die ermee verbonden zijn, beschermd zijn tegen de rechtstreekse aanraking.

h. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking bij het gebruik van zeer lage spanning en zeer lage veiligheidsspanning

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door, onder de voorwaarden van *4.2.3.3.a.*, gebruik te maken van de zeer lage veiligheidsspanning, zonder dat de maximale nominale spanning tussen twee blanke gelijktijdig genaakbare actieve delen de waarde, bepaald in *tabel 4.1.*, overschrijdt.

Tabel 4.1. Maximale norminale spanning (in V) bij gebruik van ZLVS

Code	*Toestand van het menselijk lichaam*	*Maximale nominale spanning in V*		
		Wisselspanning	*Gelijkspanning met rimpel*	*Gelijkspanning zonder rimpel*
BB1	Volledig droge huid of vochtig door transpiratie	25 V	36 V	60 V
BB2	Natte huid	12 V	18 V	30 V
BB3	In water onder-gedompelde huid	6 V	12 V	20 V

Onderafdeling 4.2.2.2. In gewone ruimten

a. Keuze van beschermingswijzen rekening houdend met de spanning van de elektrische installatie

a.1. Zeer lage spanning

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet ten minste IPXX-B zijn.

a.2. Laagspanning

Voor de laagspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:
- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*).

De beschermingsgraad van de omhulsels moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D in de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten en aan IPXX-B in de andere ruimten.

a.3. Hoogspanning

Voor de hoogspanning moet de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking worden gewaarborgd:
- hetzij door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*);
- hetzij door isolatie (*4.2.2.1.c.*);
- hetzij door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*);

De beschermingsgraad van de omhulsels en hindernissen moet minstens gelijk zijn aan IPXX-D.

a.4. Functionele openingen

De beschermingsgraden waarvan hierboven sprake zijn niet vereist voor de functionele openingen (bijvoorbeeld de verluchtingsopeningen of deze die nodig zijn voor de werking van het materieel) op voorwaarde dat constructiemaatregelen worden getroffen opdat een willekeurig lang voorwerp niet in aanraking kan komen met de niet-beschermde actieve delen.

b. Voor het publiek toegankelijke gewone ruimten

In de voor het publiek toegankelijke gewone ruimten moeten de genaakbare delen van omhulsels en hindernissen zo opgevat zijn dat zij niet langs buiten kunnen worden gedemonteerd. De deur of deuren die ze bevatten moeten gesloten zijn door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:
- hetzij dat het slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat het betrokken elektrisch materieel in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd is.

c. Elektrische machines en toestellen op hoogspanning

In ondernemingen die werknemers tewerkstellen die onder toepassing vallen van artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk mogen snoeren voorzien van een bescherming door isolatie gebruikt worden voor de voeding van

elektrische hoogspanningsmachines en -toestellen op voorwaarde dat maatregelen getroffen worden om het gevaar van elektrostatische ladingen te vermijden.

Onderafdeling 4.2.2.3. In ruimten van de elektrische dienst

a. Voorschriften betreffende ruimten van de elektrische dienst

a.1. Scheidingswanden en omheiningen

De hindernissen, hierna omheining/50 mm of omheining/120 mm genoemd, verlenen geen doorgang respectievelijk aan een lange rechte staaf van 50 mm of 120 mm diameter.

De ruimte van de elektrische dienst moet begrensd worden door scheidingswanden of omheiningen/50 mm. De omheiningen/120 mm zijn alleen toegelaten indien de ruimte van de elektrische dienst zich in openlucht bevindt.

De scheidingswanden en omheiningen mogen niet gemakkelijk kunnen worden beklommen en moeten een minimumhoogte hebben van 2 m.

a.2. Functionele openingen

In de voormelde scheidingswanden of omheiningen mogen zich functionele openingen bevinden.

In verband met de functionele openingen moeten gepaste maatregelen worden genomen tot behoud van de beschermingsgraad die de scheidingswanden of omheiningen hebben ten opzichte van het binnendringen van vreemde voorwerpen.

Voor de spleten, ontstaan door deze openingen moeten maatregelen genomen worden opdat een of ander lang voorwerp niet in aanraking zou kunnen komen met niet-beschermde actieve delen.

Vensters zijn verboden tenzij schikkingen worden getroffen hetzij om glasbraak te voorkomen, hetzij om het gevaar als gevolg van glasbreuk uit te schakelen. Zij zijn vast of zo opgevat dat bij openen elk aanrakingsgevaar met niet-beschermde actieve delen onmogelijk is.

De toegangsdeuren in de scheidingswanden moeten naar buiten opendraaien. Zij moeten te allen tijde langs binnen zonder sleutel kunnen worden geopend.

a.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, van personen die zich buiten de ruimte van de elektrische dienst bevinden

a.3.1. Maatregelen inzake de genaakbaarheid langs boven over de scheidingswanden en de omheiningen heen

Geen enkel niet-beschermd actief deel in de niet-overdekte ruimte van de elektrische dienst mag zich op een afstand van de bovenrand van de scheidingswanden of omheiningen bevinden die kleiner is dan

$$2{,}5 + 0{,}01\ (U_N - 20) - h\ \text{(m)}$$

met een minimum van 2,5 m – h met h de hoogte van deze wanden of omheiningen in m.

U_N is de nominale spanning tussen fasen van het net van de installatie, uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

a.3.2. Maatregelen aangaande het indringen van lange voorwerpen door de openingen in de omheining

Geen enkel niet-beschermd actief deel mag zich op een afstand, kleiner dan d_h bevinden van het vlak van de omheining, waarbij d_h gelijk is aan:

- 2,5 + 0,01 (U_N – 20) (m), met een minimum van 2,5 m in het geval van omheiningen/50 mm;
- 5 + 0,01 (U_N - 20) (m), met een minimum van 5 m in het geval van omheiningen/120 mm.

a.3.3. Maatregelen betreffende de voor het publiek genaakbare deuren en toegangshekken

Wanneer een ruimte van de elektrische dienst onmiddellijk naast een gewone ruimte gelegen is die toegankelijk is voor het publiek moeten de deuren of de toegangshekken die deze twee ruimten scheiden hetzij bewaakt worden hetzij worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:

- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;

– hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deuren of de toegangshekken open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel.

a.4. Aanduiding

De ruimten van de elektrische dienst moeten duidelijk en zichtbaar aangeduid worden door middel van borden zoals bepaald in *deel 9*.

a.5. Toegelaten personen

Alleen gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen hebben toegang tot een ruimte van de elektrische dienst.

a.6. Doorgangen

Circulatiedoorgangen zijn verboden.
De onderhouds- en dienstgangen met een lengte van meer dan 20 m moeten aan beide uiteinden toegankelijk zijn.

a.7. Verlichting

De ruimte van de elektrische dienst, ondergebracht in een lokaal, moet voorzien zijn van een vaste kunstmatige verlichting. In lokalen waar de bescherming door verwijdering toegepast is, moeten de noodzakelijke maatregelen genomen worden om personen toe te laten het lokaal veilig te verlaten bij het uitvallen van de verlichting.

b. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst

b.1. Algemeenheden

De bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in ruimten van de elektrische dienst moet gewaarborgd worden door naleving van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2.* betreffende de gewone ruimten.

Van deze voorschriften mag evenwel worden afgeweken binnen de grenzen vermeld in het hierna volgende *punt b.2.*

b.2. Afwijkende voorschriften

b.2.1. Laagspanning van de 1e categorie
Voor de laagspanning van de 1e categorie zijn onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.1.*) en de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels en de hindernissen ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

b.2.3. Hoogspanning
Bij toepassing van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*) moet de beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-B.

c. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking in exclusieve ruimten van de elektrische dienst

c.1. Algemeenheden

In ruimten van de elektrische dienst, die uitsluitend dienen voor de uitbating van de elektrische installaties en die gesloten zijn met een sleutel of met elk ander middel dat de toegang belet voor niet-gemachtigde personen, is het toegelaten af te wijken van de voorschriften van *4.2.2.3.b.* op de wijze vermeld in onderstaand *punt c.2.*

De ruimten van de elektrische dienst waar gebruik wordt gemaakt van deze afwijking worden exclusieve ruimten van de elektrische dienst genoemd.

Zijn gelijkgesteld met exclusieve ruimten van de elektrische dienst welke ook hun plaats weze, de kasten, de borden of verdeelinrichtingen waar men kan binnentreden, dit wil zeggen omhulsels waarin het elektrisch materieel zo is ondergebracht dat de vrije ruimte in het omhulsel voldoende groot is opdat een persoon er normaal zou kunnen binnentreden en er onderhoudswerkzaamheden in zou kunnen uitvoeren.

c.2. Afwijkende voorschriften

c.2.1. Zeer lage spanning en laagspanning van de 1e categorie
Voor de zeer lage spanning en de laagspanning van de 1e categorie, wordt de bescherming door verwijdering als gewaarborgd beschouwd wanneer de minimumafstanden vermeld in *tabel 4.2.* worden nageleefd voor de onderhouds- en dienstplaatsen.

Tabel 4.2. Minimumafstanden voor onderhouds- en dienstplaatsen

	In mm	
	Plaats met niet-beschermde actieve delen	
	langs één zijde	***langs beide zijden***
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen:		
– onderhoudsplaatsen		1000
– dienstplaatsen		1200
Vrije breedte tussen de niet-beschermde actieve delen en wand of hindernis:		
– onderhoudsplaatsen	800	
– dienstplaatsen	800	
Vrije breedte tussen niet-beschermde actieve delen en de bedieningsorganen, handvatten...:		
– onderhoudsplaatsen	700	900
– dienstplaatsen	700	1100
Vrije hoogte van de onderhouds- en dienstplaatsen	2000	

Indien gebruik gemaakt wordt van de bescherming door middel van omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*) of door middel van hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*), moet hun beschermingsgraad ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

c.2.2. Laagspanning van de 2e categorie
Voor de laagspanning van de 2e categorie is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.1.*) toegelaten.
Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.1.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.1.*) ten minste IPXX-A zijn.

c.2.3. Hoogspanning

Voor de hoogspanning is onder andere de bescherming door verwijdering (*4.2.2.1.d.2.*) toegelaten. Is eveneens toegelaten, de bescherming door hindernissen onder de voorwaarden voorgeschreven door *4.2.2.1.e.2.*

Bovendien moet de beschermingsgraad van de omhulsels (*4.2.2.1.b.2.*) en de hindernissen (*4.2.2.1.e.2.*) ten minste gelijk zijn aan IPXX-A.

Onderafdeling 4.2.2.4. Bijzondere voorschriften in speciale gevallen

a. Algemeenheden

In bepaalde gevallen, uitdrukkelijk aangehaald in het vervolg van dit Boek, en meer bepaald in de volgende gevallen:
- meettoestellen (*b.*);
- verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden (*c.*),

is het toegelaten geheel of gedeeltelijk af te zien van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking mits het naleven van bepaalde voorwaarden.

b. Meettoestellen

De klemmen en verbindingen van meettoestellen, relais en soortgelijke uitrustingen, blijvend opgesteld in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten, mogen blank blijven op voorwaarde dat:
- de afmetingen van de blanke delen tot een minimum beperkt zijn;
- de toegepaste spanningen niet groter zijn dan 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning;
- het werken met deze toestellen alleen toevertrouwd wordt aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen die kennis hebben van de aan deze toestellen inherente gevaren.

c. Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden

c.1. Beschermingsmaatregelen

Verdeelinrichtingen waar men niet kan binnentreden mogen opgesteld worden in voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

De samenstellende delen van hun omhulsels mogen niet langs buiten kunnen gedemonteerd worden. De deur of deuren die zij omvatten worden gesloten door middel van een veiligheidsslot of van elke ander sluitsysteem dat ten minste dezelfde waarborgen biedt. Voor lage en zeer lage spanning is het toegelaten sloten te plaatsen die niet als veiligheidsslot beschouwd worden, op voorwaarde:
- hetzij dat de slot op een minimumhoogte van 2,5 m ligt en dat vaste elementen in de buurt geen toegang tot het slot geven;
- hetzij dat er een of meerdere inwendige schermen aanwezig zijn die een beschermingsgraad ten minste gelijk aan IPXX-B hebben, en die zo zijn aangebracht dat de actieve delen niet toevallig kunnen worden aangeraakt zolang de deur of deuren open zijn. Het scherm of de schermen zijn blijvend bevestigd en ze kunnen slechts gedemonteerd worden met behulp van gereedschap of een sleutel;
- hetzij dat de verdeelinrichtingen in een ruimte van de elektrische dienst geïnstalleerd zijn.

Bovendien zijn bij het openen van de deur of deuren de te nemen voorzorgen om de personen die de bediening of de sturing van de toestellen uitvoeren, te beschermen tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking, deze bepaald in *4.2.2.3.c.* aangaande de exclusieve ruimten van de elektrische dienst.

c.2. Bediening of sturing

Indien de sturing of de bediening van de toestellen langs buiten kan geschieden mag dit slechts gebeuren door middel van een speciale afneembare sleutel of een ander speciaal afneembaar hulpmiddel.

Indien toestellen niet langs buiten kunnen bestuurd of bediend worden, mag dit alleen gebeuren door gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 4.2.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij lage zeer spanning

Onderafdeling 4.2.3.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Algemeenheden

De bescherming tegen onrechtstreekse aanraking moet in elektrische installaties voor laagspanning en zeer lage spanning verzekerd worden door:
1. het vermijden van een isolatiefout, die tot gevolg heeft dat de potentiaal van het actief deel, in contact met de isolatie, overgebracht wordt op genaakbare delen. Dit kan bekomen worden door:
   - een veilige constructie van het elektrisch materieel;
   - een gepast onderhoud van het elektrisch materieel;
2. bovendien, bijkomende beschermingsmaatregelen te nemen, hetzij naargelang het geval:
   - door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*afdeling 2.4.3.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een totale isolatie van de inrichtingen vervaardigd in de fabriek (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een bijkomende isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door een versterkte isolatie, te geven aan het elektrisch materieel bij het installeren (*onderafdeling 2.4.2.2.* en *4.2.3.3.b*);
   - door andere beschermingsmaatregelen zonder onderbrekingsinrichting die geen beschermingsgeleider vereisen, beperkt tot alleenstaande toestellen of plaatselijke uitrustingen

met het doel:
- hetzij de aanrakingen ongevaarlijk te maken door het gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (*4.2.2.1.h.*);
- hetzij elektrische schokken te vermijden die kunnen voortvloeien uit een aanraking van de massa's die onder spanning kunnen komen bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen door een veiligheidsscheiding van de stroombaan (*4.2.3.3.c.*);
- hetzij door een gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen het potentiaalverschil een gevaarlijke waarde kan bereiken door het uitvoeren van een plaatselijke equipotentiale verbinding (*4.2.3.3.d.2.*), door het verwijderen van de massa's en van de vreemde geleiders (*4.2.3.3.d.3.*), door het plaatsen van doelmatige hindernissen tussen de massa's en de vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.4.*) en/of door het isoleren van vreemde geleidende delen (*4.2.3.3.d.5.*);

– door beschermingsmaatregelen met automatische onderbrekingsinrichting die een verbinding vereisen van de massa's met een gewoonlijk geaarde beschermingsgeleider. Deze inrichting moet een werkingskarakteristiek hebben die de veiligheidscurve eerbiedigt (zie *tabel 2.4.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*) rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met het aardingssysteem (zie *afdeling 3.2.2.* en *onderafdeling 4.2.3.4.*).

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig voorzien worden, mogen ze elkaar noch beïnvloeden noch teniet doen.

Indien de elektrische installatie gevoed kan worden door stroombronnen in parallel, bijvoorbeeld het openbare distributienet en een autonome stroombron, moet de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking verzekerd zijn zowel in het geval dat de installatie gevoed wordt door alle stroombronnen in parallel als in het geval dat de installatie gevoed wordt door een enkele van deze stroombronnen. De goede werking van de beschermingstoestellen mag niet nadelig beïnvloed worden door gelijkstroomcomponenten die afkomstig zijn van statische omvormers of filters.

b. Uitzondering

In de elektrische installaties die rechtstreeks verband hebben met de productie, de transmissie of de distributie van elektrische energie, zijn langere tijden toegestaan dan deze aangegeven door de veiligheidscurve op voorwaarde dat maatregelen genomen worden conform de regels van goed vakmanschap voor de desbetreffende installaties om de veiligheid van personen en goederen te waarborgen. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hen betreft, bij besluit de hen betreffende voorschriften vastleggen.

Onderafdeling 4.2.3.2. Aardingsinstallatie bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De aardingsinstallatie omvat:
– de aardverbindingen;
– de aardgeleiders;
– de beschermingsgeleiders;
– de eventuele (hoofd- en bijkomende) equipotentiale verbindingen.

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties. Indien een er differentieelstroominrichting gebruikt wordt, voldoet de spreidingsweerstand van de aardverbinding aan de voorschriften van *onderafdeling 4.2.4.3.d.*

Wanneer een hoofdequipotentiale verbinding is opgelegd, moeten één of meer hoofdequipotentiale geleiders verbonden worden met de hoofdaardingsklem. Worden er mee verbonden:
– metalen hoofdleidingen van gas (aardgas of gas in flessen) en water in het gebouw;
– metalen hoofdleidingen van centrale verwarming en klimaatregeling;
– genaakbare en vaste metalen delen van de constructie van het gebouw die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden;
– metalen delen van gelijk welke leiding die een potentiaal kunnen overbrengen en die als massa beschouwd worden.

Men verstaat onder één of meer hoofdequipotentiale geleiders:
– hetzij één enkele geleider die de hierboven vermelde delen aan de hoofdaardingsklem verbindt, zonder de continuïteit van deze geleider te onderbreken;
– hetzij de hierboven vermelde delen worden elk met een afzonderlijke geleider aan de hoofdaardingsklem verbonden, zonder de continuïteit van elke geleider te onderbreken.

Wanneer een bijkomende equipotentiale geleider wordt opgelegd verbindt hij:
- alle metalen delen die gelijktijdig genaakbaar zijn, zowel massa's van vaste elektrische machines en toestellen als vreemde geleidende delen;
- de beschermingsgeleiders van alle elektrische machines en toestellen met inbegrip van deze gevoed via stopcontacten.

De bijkomende equipotentiale verbinding mag verwezenlijkt worden hetzij met geleidende delen zoals metalen gebinten, hetzij met bijkomende geleiders, hetzij met een combinatie van beide.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.4.*

Onderafdeling 4.2.3.3. Passieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning zonder automatische onderbreking van de voeding

a. Bescherming door gebruik van zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS)

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking wordt verondersteld verzekerd te zijn door het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning wanneer:
1. de grootste spanning in geen enkel geval groter is dan de absolute conventionele grensspanningen aangeduid in tabel «absolute conventionele grensspanning» in *onderafdeling 2.4.1.1.* , naargelang de toestanden van het menselijk lichaam;
2. deze veiligheidsspanning geleverd wordt door één van de bronnen aangeduid in *4.2.7.3.a.;*
3. het elektrisch materieel en de installatie beantwoorden aan de voorschriften van de *onderafdelingen 4.2.7.3.* en *4.2.7.5.*

b. Bescherming door isolatie van het elektrisch materieel

Deze maatregel heeft tot doel te vermijden dat genaakbare delen van elektrisch materieel op een gevaarlijke spanning zouden komen als gevolg van een fout in de basisisolatie:
- hetzij door het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een gelijkwaardige veiligheid (*afdeling 2.4.3.*);
- hetzij door het gebruik van in de fabriek vervaardigde schakel- en verdeelinrichtingen die een totale isolatie hebben (*onderafdeling 2.4.2.2.*);
- hetzij door een bijkomende isolatie aan te brengen (*onderafdeling 2.4.2.2.*) op het elektrisch materieel dat enkel een basisisolatie heeft. Deze bijkomende isolatie wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie;
- hetzij door de blanke actieve delen te bedekken met een versterkte isolatie (*onderafdeling 2.4.2.2.*). Deze isolatie wordt aangebracht bij de uitvoering van de elektrische installatie.

Het installeren van het elektrisch materieel (bevestiging, verbinding van de geleiders...) moet zo geschieden dat de bescherming, verzekerd overeenkomstig de fabricatievoorschriften van dit materieel, niet in het gedrang komt.

De geleidende delen binnen het omhulsel, met inbegrip van deze van het ingebouwd elektrisch materieel, mogen niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider.

De beschermingsgeleiders die de bescherming van elektrisch materieel verzorgen dat zich buiten het omhulsel bevindt maar gevoed wordt vanaf actieve delen, gelegen binnen het omhulsel mogen nochtans door dit omhulsel geleid worden. De klemmen voor dergelijke beschermingsgeleiders moeten op een gepaste wijze aangeduid zijn. In het omhulsel moeten de beschermingsgeleiders en de overeenkomstige klemmen geïsoleerd worden op dezelfde wijze als de actieve delen.

De genaakbare, geleidende delen en de tussenliggende delen mogen niet verbonden worden aan een beschermingsgeleider, uitgezonderd indien dit voorzien wordt door constructieregels van het desbetreffend materieel.

c. Bescherming door veiligheidsscheiding van de stroombanen

c.1. Algemeenheden

Het doel van de elektrische scheiding van de stroombanen is het vermijden van elektrische schokken bij het aanraken van massa's die onder spanning kunnen staan bij een fout van de basisisolatie van de actieve delen van deze stroombaan.

c.2. Voeding van elektrisch materieel

De stroombaan moet gevoed worden door:
- hetzij een beschermingstransformator. Deze transformator is van de klasse II of voldoet aan de

beschermingsvoorwaarde door bijkomende isolatie conform *onderafdeling 2.4.2.2.*;
- hetzij een stroombron die een gelijkwaardige veiligheidsgraad biedt, bijvoorbeeld motor-generatorgroepen die een gelijkwaardige isolatie hebben.

De nominale spanning van de secundaire stroombaan van de beschermingstransformatoren of van de motor-generatorgroepen mag niet groter zijn dan een wisselspanning van 500 V tussen actieve geleiders.

De aldus gevoede stroombaan mag geen enkel gemeenschappelijk punt hebben noch met een andere stroombaan, noch met de aarde.

c.3. Uitgestrektheid van de stroombaan

De uitgestrektheid van de stroombaan moet zodanig zijn dat het product van de spanning in V en de lengte van de elektrische leidingen in m niet groter is dan 100.000 en dat de totale lengte van de stroombaan niet groter is dan 500 m.

c.4. Verbinding van de massa's met de aarde

De massa's van de elektrische machines en toestellen, op de stroombaan aangesloten, mogen niet opzettelijk verbonden worden noch met de aarde noch met de massa's van elektrische machines en toestellen, gevoed door andere stroombanen.

Wanneer meerdere elektrische machines of toestellen op eenzelfde stroombaan aangesloten zijn, moeten hun massa's onderling verbonden worden door een niet-geaarde beschermingsgeleider.

c.5. Equipotentialiteit van de massa's

Wanneer de stroombaan meerdere contactdozen voedt, moeten deze een beschermingscontact hebben. Ten einde de equipotentialiteit van de massa's te verwezenlijken moeten deze beschermingscontacten onderling en met de massa van de eventuele generator verbonden worden, zonder geaard te zijn.

Bij snoeren moet de mantel zowel de beschermingsgeleider – hier gebruikt als equipotentiale geleider – als de actieve geleiders bevatten.

c.6. Elektrische leidingen

Indien niet kan vermeden worden dat de geleiders van de bedoelde stroombanen en van andere stroombanen ondergebracht worden in eenzelfde elektrische leiding, moet gebruik gemaakt worden van meeraderige kabels zonder enige metalen mantel of van geïsoleerde geleiders geplaatst in buizen uit isolerend materiaal. Deze geleiders en kabels moeten voldoen aan de regels van goed vakmanschap met naleving van de voorschriften van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.1.1.* en moeten vervaardigd zijn voor een nominale spanning die ten minste gelijk is aan de grootst voorkomende spanning. Elke stroombaan moet beschermd worden tegen overstroom.

c.7. Beschermingstoestel gebruikt bij twee rechtstreekse fouten

Wanneer eenzelfde stroombron meerdere elektrische machines of toestellen voedt verzekert een beschermingsinrichting de onderbreking, binnen een tijd die ten hoogste gelijk is aan deze gegeven door de veiligheidscurve gedefinieerd in *tabel 2.4.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*, in het geval van twee rechtstreekse isolatiefouten ten overstaan van twee verschillende massa's en gevoed door twee geleiders op verschillend potentiaal.

d. Bescherming om een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk te maken

d.1. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel is bedoeld om, bij een fout in de basisisolatie van de actieve delen een gelijktijdige aanraking te vermijden met delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is.

Deze bescherming bestaat in het nemen van de volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk hetzij in combinatie:
- het verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen;
- het verwijderen van de respectievelijke massa's en vreemde, geleidende delen evenals het verwijderen van de massa's ten opzichte van elkaar;
- het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde, geleidende delen;

- het isoleren van de massa's of van de vreemde, geleidende delen.

d.2. Verwezenlijken van een plaatselijke niet-geaarde equipotentiale verbinding tussen massa's en vreemde geleidende delen

De massa's en de vreemde geleidende delen die gelijktijdig genaakbaar zijn moeten onderling verbonden worden zodat, in geval van een fout, het behoud van een potentiaalverschil groter dan de absolute waarde van de conventionele grensspanning, bepaald in de *tabel 2.3.* in *onderafdeling 2.4.1.1.*, uitgesloten wordt.

De op deze wijze verwezenlijkte equipotentiale verbindingen mogen niet in aanraking komen met de aarde, noch rechtstreeks noch via massa's of vreemde, geleidende delen.

Het gebruik van elektrisch materieel van de klasse 0 is verboden, uitgenomen dit van de klasse 01 op voorwaarde dat zijn massaklem verbonden wordt met de plaatselijke equipotentiale geleider.

Schikkingen worden genomen om te vermijden dat vreemde geleidende delen of massa's potentialen kunnen overdragen buiten de ruimte waar de maatregel is toegepast.

Schikkingen moeten genomen worden om te beletten dat personen blootstaan aan een gevaarlijk potentiaalverschil bij het binnengaan of het verlaten van de bedoelde ruimte. Dit geldt namelijk in het geval van een geleidende vloer die van de grond geïsoleerd is maar verbonden met de equipotentiale verbinding van de ruimte.

d.3. Massa's onderling verwijderen evenals van de vreemde geleidende delen

De verwijdering van de massa's onderling evenals van de vreemde, geleidende delen wordt verwezenlijkt door het zodanig opstellen van de massa's en de vreemde, geleidende delen dat het onmogelijk wordt voor personen, die zich in gewone omstandigheden bevinden, gelijktijdig in aanraking te kunnen komen hetzij met een massa of een vreemd geleidend deel hetzij met twee massa's indien deze op verschillende potentialen kunnen gebracht worden.

In dergelijke ruimten mag geen enkele beschermingsgeleider voorzien worden.

Om de gewone omstandigheden te bepalen wordt rekening gehouden met de vorm en de afmetingen van de voorwerpen die gewoonlijk gebruikt worden op deze ruimten.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer, binnen het genaakbaarheidsgabarit, deze horizontale afstand 2 m bedraagt en erbuiten 1,25 m.

d.4. Het plaatsen van doeltreffende hindernissen tussen de massa's onderling of tussen de massa's en de vreemde geleidende delen

Deze hindernissen worden als doeltreffend beschouwd indien de te overbruggen afstand hierdoor wordt gebracht op de waarden aangegeven in *d.3.* hiervoor. Zij moeten degelijk bevestigd worden en moeten weerstaan aan de krachten die kunnen optreden. Zij mogen niet verbonden worden noch met de aarde noch met massa's. In de mate van het mogelijke moeten ze bestaan uit isolerende stof.

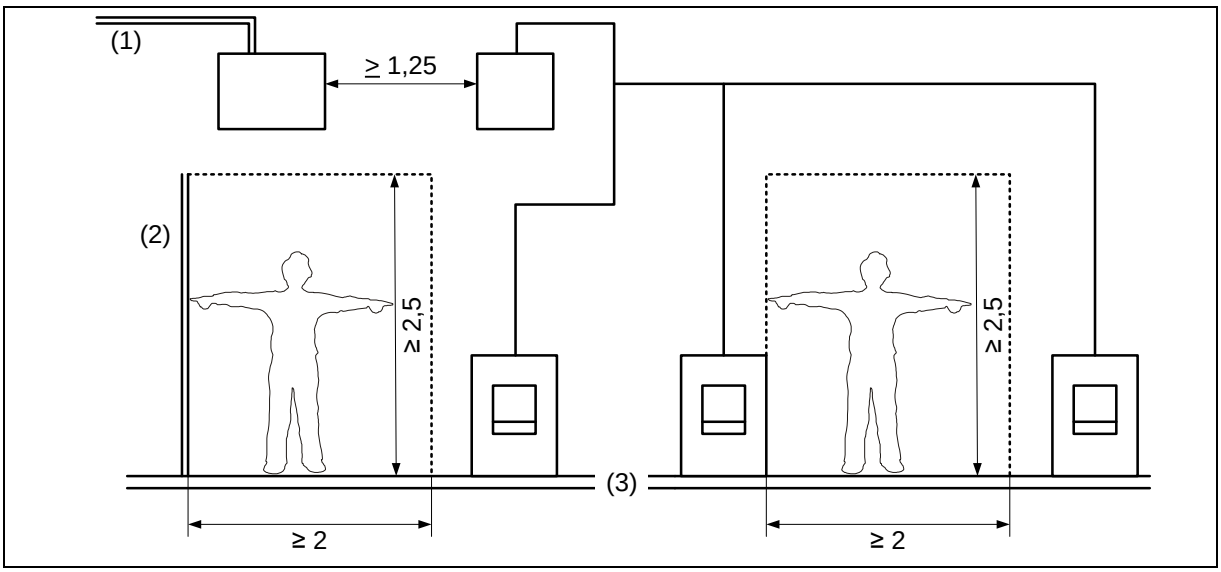
d.5. Het isoleren van massa's of van vreemde geleidende delen

Deze maatregel is van toepassing op bepaalde massa's of vreemde geleidende delen die zo geïnstalleerd zijn dat elke galvanische verbinding met andere massa of vreemde geleidende delen uitgesloten is.

Deze elektrische scheiding bestaat ten minste uit het aanwenden van een isolerend stuk of deel.

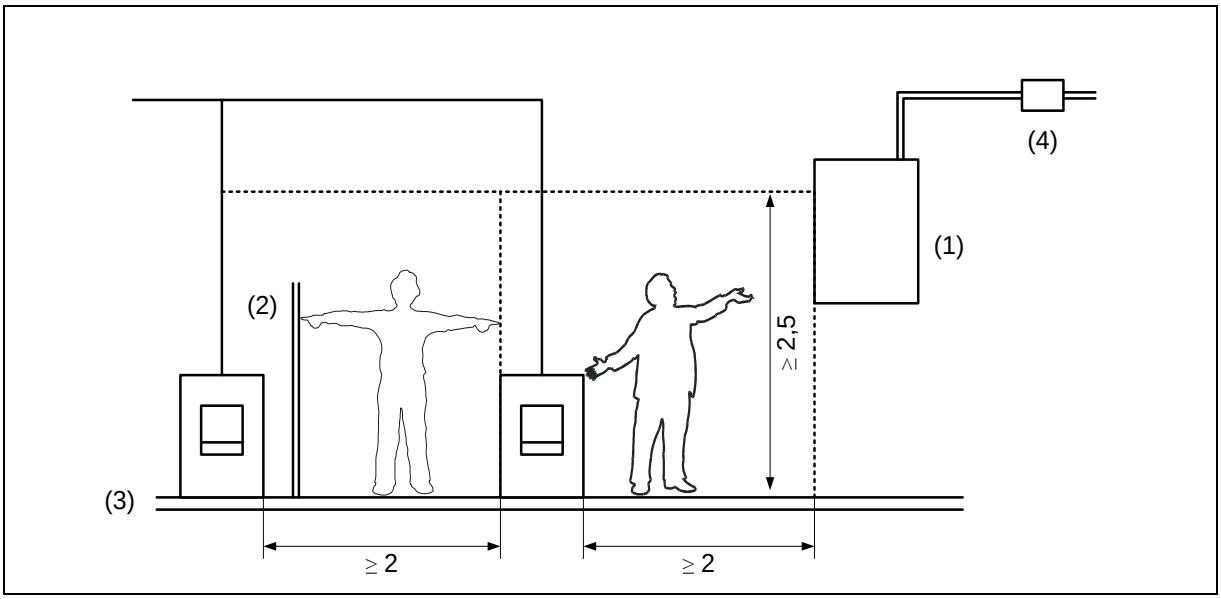
De genaakbare massa's of vreemde geleidende delen, aldus beschermd door een isolatie, worden buiten beschouwing gelaten in het genaakbaarheidsgabarit. Het isolerend stuk of deel moet een voldoende mechanische sterket hebben en moet weerstaan aan typeproeven met een proefspanning van ten minste 2000 V wisselspanning op industriële frequentie en dit gedurende één minuut. Onder normale omstandigheden van uitwendige invloeden mag dan de lekstroom niet groter zijn dan 1 mA.

Figuur 4.1. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (1)



Afstanden in m
(1) Geleidend deel
(2) Wand uit niet-isolerende stof maar geïsoleerd
(3) Isolerende vloer

Figuur 4.2. Bescherming die de gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waarvan het verschil gevaarlijk is, onmogelijk maakt (2)



Afstanden in m
(1) Geleidend deel
(2) Hindernis (isolerende of geïsoleerde wand)
(3) Isolerende vloer
(4) Isolerend stuk

d.6. Bijkomende maatregelen

De getroffen maatregelen moeten aangepast zijn aan de normaal te voorziene invloeden en behouden hun doeltreffendheid in de tijd. Er dient namelijk op gelet te worden dat de vochtigheid geen gevaar kan opleveren voor de eigen isolatie van de vloeren, de wanden en de hindernissen of voor hun isolerend vermogen ten overstaan van de aarde.

Ze moeten eveneens de doeltreffende bescherming verzekeren aan beweegbare machines en toestellen indien hun gebruik voorzien wordt of mogelijk is.

Onderafdeling 4.2.3.4. Actieve bescherming bij laagspanning en bij zeer lage spanning met automatische onderbreking van de voeding en eventuele verwittiging

a. Principe

a.1. Algemeenheden

Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking van de voeding moeten steunen op de eerbiediging van de veiligheidscurve bepaald in *tabel 2.4.*

Hun toepassing vereist de verbinding van de massa's met een beschermingsgeleider evenals een onderbrekingstoestel waarvan de werkingskarakteristieken toelaten de veiligheidscurve te eerbiedigen, rekening houdend met de impedanties van de foutlussen en het aardverbindingssysteem.

a.2. Kennis van het aardverbindingssysteem

Bedoelde beschermingsmaatregelen vereisen de coördinatie tussen:
- het aardverbindingssysteem; en
- de karakteristieken van de beschermingsinrichting.

De uitbater van het voedingsnet bepaalt het aardverbindingssysteem van zijn net. De installateur die dit systeem niet kent, moet inlichtingen vragen aan de uitbater.

a.3. Verwittigings- of onderbrekingsinrichtingen

Naargelang het geval moeten beschermingsinrichtingen tegen maximumstroom, differentieelstroominrichtingen, beschermingsinrichtingen tegen foutspanning en/of bewakingsinrichtingen van de isolatie aangewend worden.

a.4. Verplichting van een beschermingsgeleider

Het is niet toegelaten differentieelstroominrichtingen aan te wenden als enig beschermingsmiddel tegen onrechtstreekse aanraking zonder gebruik te maken van een beschermingsgeleider, zelfs indien de differentiële aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk aan 30 mA.

Wanneer een beschermingsinrichting tegen foutspanning gebruikt wordt moet deze derwijze geïnstalleerd worden dat haar werking bij de aangeduide foutspanningen verzekerd is. Het spanningsgevoelig element moet enerzijds verbonden worden met de beschermingsgeleider, die de massa's onderling verbindt, en anderzijds met een geïsoleerde geleider, aangesloten op een hulpaardelektrode. De beschermingsgeleider mag slechts verbonden worden met de massa's van de elektrische machines en toestellen waarvan de voeding moet onderbroken worden wanneer bij een fout de beschermingsinrichting werkt. De hulpaardelektrode moet elektrisch gescheiden zijn en onafhankelijk zijn van alle andere geaarde metalen delen, zoals metalen constructies, metalen buizen, metalen kabelmantels. Aan deze laatste voorwaarde wordt voldaan indien de hulpaardelektrode geplaatst wordt op een afstand van ten minste 15 m van andere aardverbindingen en dit bij afwezigheid van ondergrondse metalen structuren die de elektrische weerstand van het terrein over deze afstand zouden kunnen verminderen.

a.5. Verplichting van een hoofdequipotentiale geleider

In elk gebouw is de hoofdequipotentiale verbinding verplicht. Ze moet zijn conform de voorschriften van *onderafdeling 5.4.4.1.* en rekening houdende met de voorschriften van *onderafdeling 4.2.3.2.*

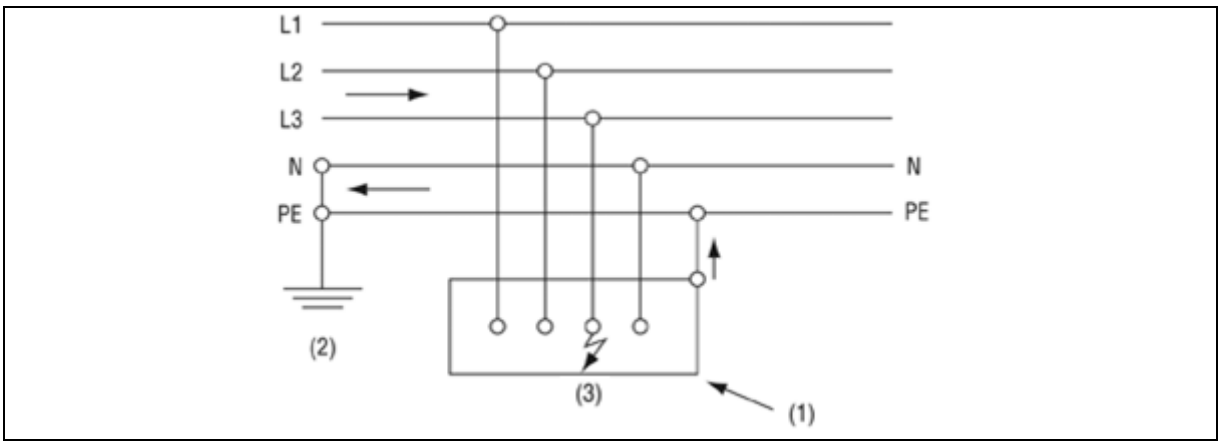
b. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TN-net

b.1. Foutlus

Elke rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de massa van het elektrisch materieel veroorzaakt een kortsluiting tussen deze fasegeleider en de beschermingsgeleider.

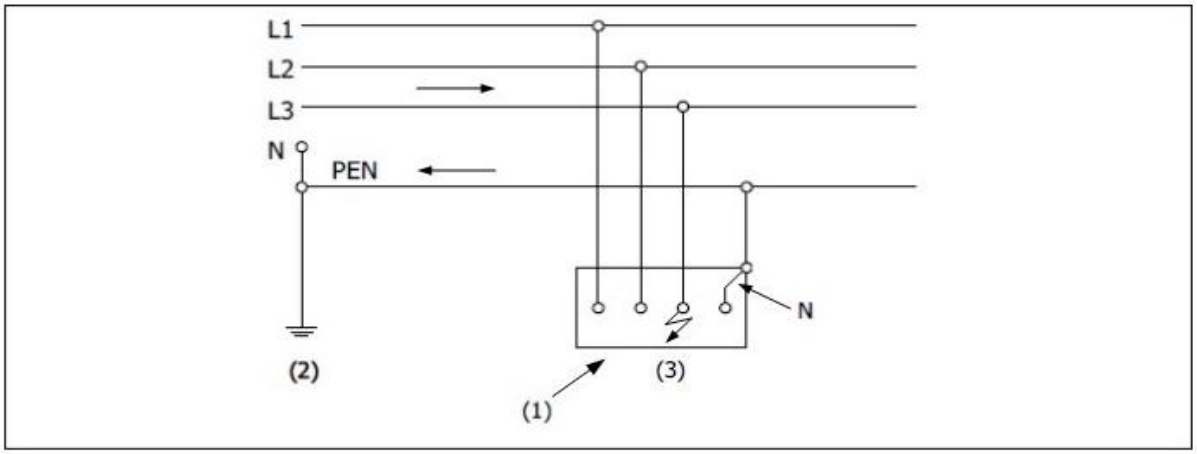
Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen.

Figuur 4.3. Foutlus in een TN-S-systeem



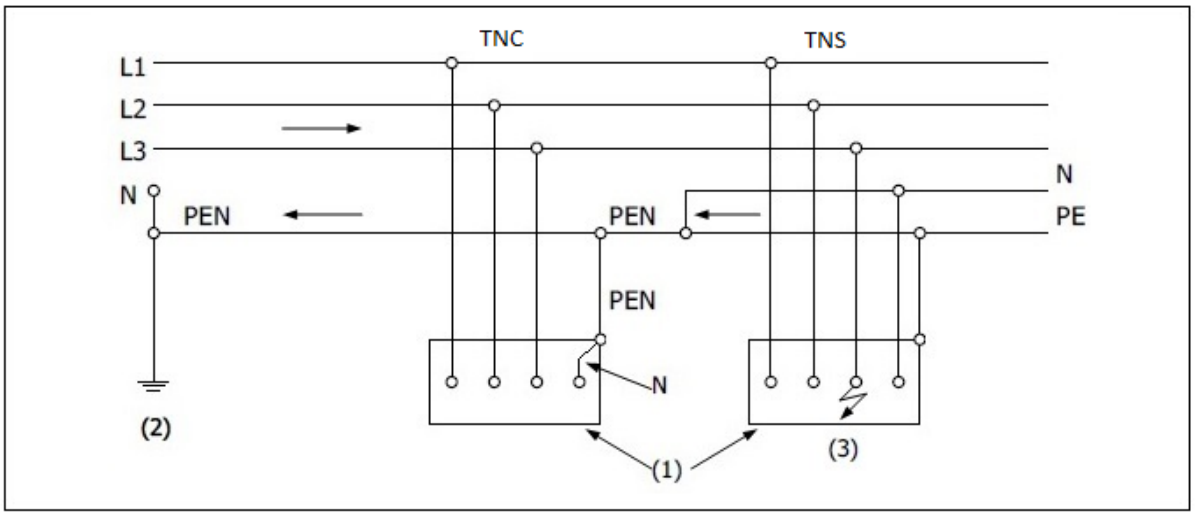
(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.4. Foutlus in een TN-C-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Figuur 4.5. Foutlus in een TN-C-S-systeem



(1) Massa's
(2) Aardverbinding van het verdeelnet
(3) Fout

Wanneer één geleider zowel de functie van nulgeleider als deze van beschermingsgeleider vervult (TN-C-systeem), moet de bescherming verzekerd worden door beschermingsinrichtingen tegen overstroom.

b.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de geleiders moet zodanig gekozen worden dat de uitschakeling binnen een gepaste tijd plaatsheeft indien zich op een willekeurige plaats een rechtstreekse fout voordoet tussen een fasegeleider en de beschermingsgeleider of een, met deze laatste verbonden, massa.

Deze voorwaarde is vervuld indien, met U_o de spanning van dat net ten opzichte van de aarde en Z_s de impedantie van de foutlus, de stroom I_a bepaald door de formule:

$$I_a \leq \frac{U_o}{Z_s}$$

de werking verzekert van de automatische onderbrekingsinrichting binnen een tijd bepaald door de veiligheidscurve.

In de bijzondere gevallen waar een rechtstreekse fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde, moet de globale aardingsweerstand R_B aan de volgende voorwaarde voldoen:

$$R_B \leq \frac{U_L \cdot R_E}{U_o - U_L}$$

Daarin is:

U_L: de absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.;*

R_E: de te verwachten minimale contactweerstand met de aarde van de geleidende delen die niet verbonden zijn met de beschermingsgeleider en door dewelke een fout kan ontstaan tussen een fase en de aarde. Er mag verondersteld worden dat de waarde van deze weerstand 5 Ω bedraagt.

b.3. TN-C-systeem

Bij vaste installaties, tweefasige stroombanen uitgezonderd, heeft de PEN-geleider een doorsnede die ten minste 10 mm² in koper of 16 mm² in aluminium bedraagt.

In dit geval wordt de bescherming verzekerd door beveiligingen tegen maximumstroom.

b.4. TN-C-S-systeem

Indien de PEN-geleider vanaf een bepaald punt van het net ontdubbeld wordt volgens zijn twee functies van nulgeleider en beschermingsgeleider, is het verboden deze beschermingsgeleider en deze nulgeleider stroomafwaarts van dit punt opnieuw met elkaar te verbinden.

Op de plaats van de ontdubbeling moeten afzonderlijk klemmen of onderbrekingsbruggen voorzien worden voor de beschermingsgeleider en voor de nulgeleider. Deze schikking moet een rechtstreekse en blijvende verbinding verzekeren van de gemeenschappelijke geleider met de beschermingsgeleider.

b.5. Gebruik van differentieelstroominrichting

Indien bij bepaalde elektrische toestellen of delen van elektrische installaties een of meerdere bovengenoemde voorwaarden niet geëerbiedigd worden, moeten deze toestellen of delen van installaties beschermd worden door een differentieelstroominrichting.

Bij aanwending van deze schakelaar is het toegelaten de massa's niet te verbinden met de beschermingsgeleider van het verdeelnet als zij verbonden zijn met een aardverbinding waarvan de weerstand aangepast is aan de aanspreekstroom van de differentieelstroominrichting.

De stroombaan, beschermd door deze differentieelstroominrichting, moet dan beschouwd worden als een TT-systeem en de beschermingsmaatregelen waarvan sprake in onderstaande *punt c.*, die betrekking hebben op dat TT-systeem, moeten toegepast worden.

Indien er echter geen onafhankelijke aardverbinding bestaat moet de aansluiting van de massa's op de beschermingsgeleider stroomopwaarts van de differentieelstroominrichting tot stand gebracht worden.

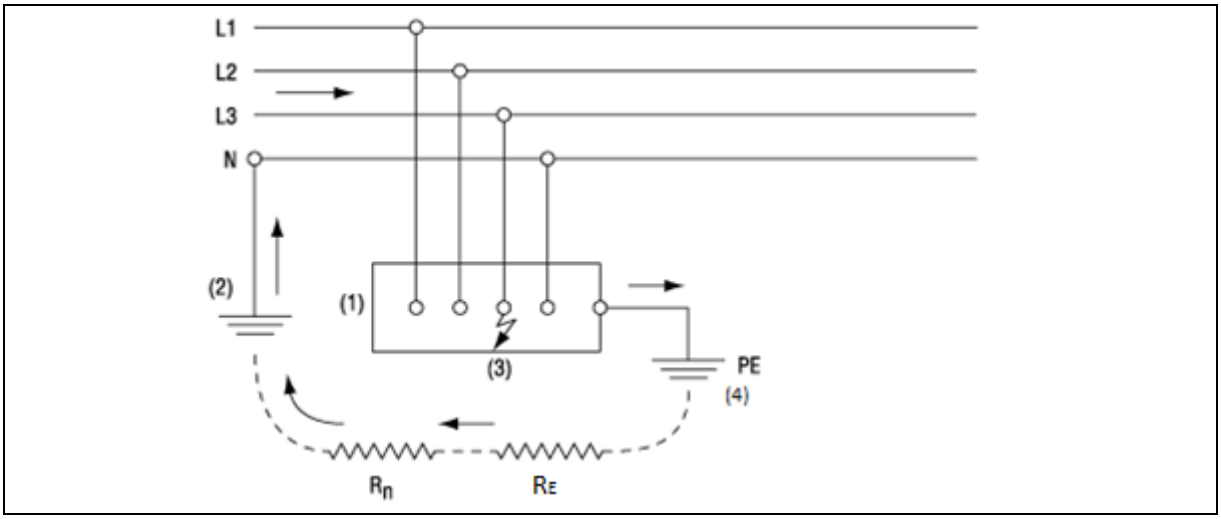
c. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een TT-net

c.1. Foutlus

De aarde is meestal een deel van de foutlus, wat de mogelijkheid niet uitsluit van gewilde of feitelijke elektrische verbindingen tussen de aardverbindingen van de massa's van de installatie en deze van het verdeelnet.

De foutstromen, van fase naar massa, worden beperkt door de impedantie van de foutlus en hebben een lagere intensiteit dan de kortsluitstromen.

Figuur 4.6. Foutlus in een TT-systeem



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Fout
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

c.2. Toetsen van de veiligheidscurve

De aanspreektijd van de beschermingsinrichting mag niet groter zijn dan de tijd bepaald door de veiligheidscurve voor de te verwachten contactspanning.

Nochtans kunnen dwingende redenen van selectiviteit van de beschermingsmiddelen leiden tot een aanspreektijd van maximaal 1 seconde voor vaste toestellen mits het akkoord van de met het toezicht belaste ambtenaar.

De weerstand R_E van de aardverbinding waarmee de massa's van de installatie verbonden zijn, moet kleiner zijn dan of gelijk zijn aan de waarde van de absolute conventionele grensspanning U_L, bepaald in *tabel 2.3.*, gedeeld door de nominale stroom I_A die de werking van het beschermingstoestel verzekert, dus:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_A}$$

In geval er gebruik gemaakt wordt van een differentieelstroominrichting zijn de waarden van de differentiële aanspreekstroom en van de spreidingweerstand van de aardverbinding bepaald in *4.2.4.3.d.* voor niet-huishoudelijke ruimten.

c.3. Plaatsing van de differentieelstroominrichting

Alle massa's beschermd door een zelfde differentieelstroominrichting moeten met dezelfde aardverbinding verbonden worden.

De nulgeleider mag stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet geaard worden.

c.4. Bescherming van de nulgeleider

De nulgeleider moet geïsoleerd zijn en op dezelfde wijze geplaatst worden als een fasegeleider.

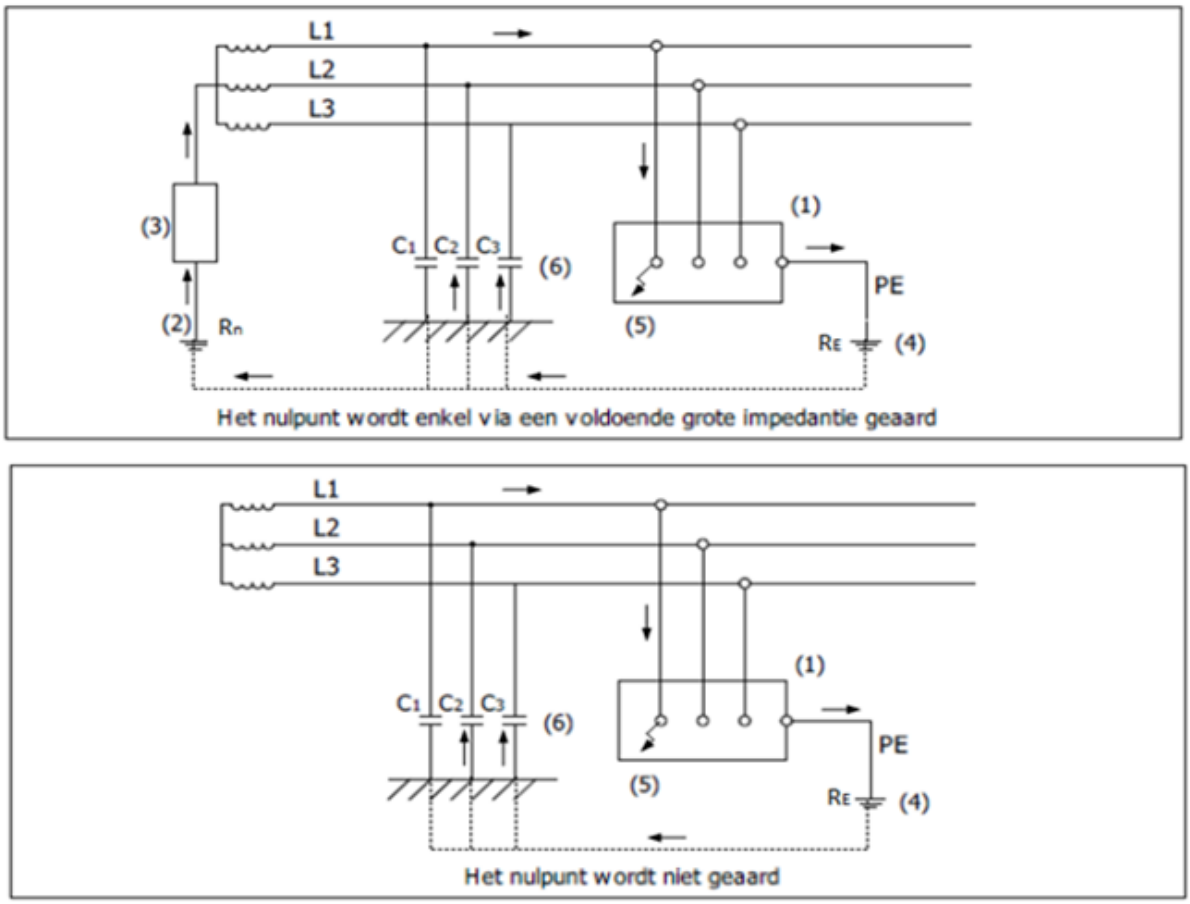
Indien stroomopwaarts of in de beschouwde stroombaan geen differentieelinrichting bestaat moet een overstroomdetectie voorzien worden in de nulgeleiders behalve in de bijzondere gevallen vermeld in de *onderafdelingen 4.4.5.2.* en *4.4.5.3.*

Zij moet de onderbreking veroorzaken van de voeding, de nulgeleider inbegrepen, wanneer:
- hetzij de nulgeleider, bij een rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en de aarde, een spanning ten opzichte van de aarde vertoont groter dan de absolute conventionele grensspanning;
- hetzij het optreden van rechtstreekse fout in deze stroombaan de werking van beschermingsinrichtingen van de fasegeleiders niet veroorzaakt.

d. Beschermingsmaatregelen in installaties gevoed door een IT-net

d.1. IT-systeem

Figuren 4.7. IT-net (Eerste fout)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Lekcapaciteit

Een van de volgende beschermingsinrichtingen moet gebruikt worden, namelijk:
- toestellen voor isolatiecontrole;
- beschermingsinrichtingen tegen overstroom;
- differentieelstroominrichtingen;
- beschermingsinrichtingen gevoelig voor foutspanning.

d.2. Spreidingsweerstand van de aardverbinding van de massa's

De aardingsweerstand R_E van de aardverbinding van de massa's moet voldoen aan volgende voorwaarde:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

Daarin is:

I_d: foutstroom bij een eerste rechtstreekse fout tussen een fasegeleider en een massa. De waarde I_d houdt rekening met de lekstroom en de globale aardingsimpedantie van de elektrische installatie;

U_L: absolute conventionele grensspanning vermeld in *tabel 2.3.*

d.3. Plaatsing van een toestel voor permanente isolatiecontrole

De elektrische installatie moet bewaakt worden door een toestel voor permanente isolatiecontrole indien het noodzakelijk is het ontstaan te melden van een eerste fout van een actief deel van de elektrische installatie ten opzichte van de massa of van de aarde. Dit toestel moet:

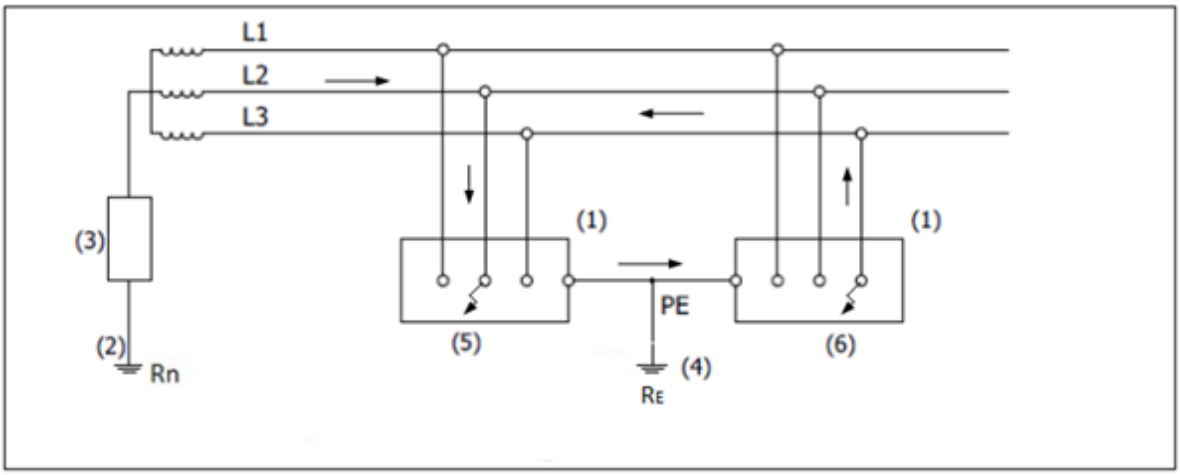
- hetzij een optisch of een akoestisch signaal in werking stellen;
- hetzij de voeding automatisch onderbreken.

d.4. Te nemen maatregelen bij het ontstaan van een eerste isolatiefout

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse isolatiefout meldt, moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

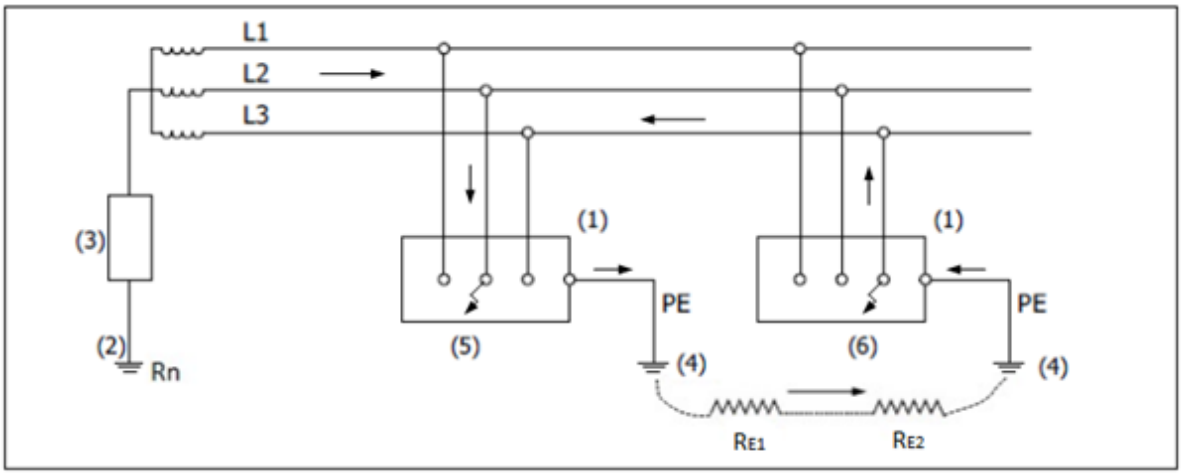
d.5. Te nemen maatregelen in geval van twee gelijktijdige isolatiefouten

Figuur 4.8. IT-net (twee fouten met verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Figuur 4.9. IT-net (twee fouten met niet-verbonden massa's)



(1) Massa
(2) Aardverbinding van het verdeelnet (R_n)
(3) Impedantie (al dan niet geïnstalleerd)
(4) Aardverbinding van de massa (R_E)
(5) Eerste fout
(6) Tweede fout

Om zich te beschermen tegen de gevaren die zouden kunnen optreden door de aanwezigheid van twee gelijktijdige isolatiefouten in twee verschillende fasen of in een fase en de nulgeleider moeten de beschermingsmaatregelen, voorgeschreven voor de installaties gevoed door een TN- of TT-net, toegepast worden naargelang alle massa's al dan niet met elkaar verbonden zijn door middel van een beschermingsgeleider. De *figuren 4.8 en 4.9.* zijn van toepassing zowel voor een IT-net dat geïsoleerd is van de aarde of verbonden is met de aarde via een impedantie.

Afdeling 4.2.4. Aanwending van beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij LS en ZLS

Onderafdeling 4.2.4.1. Toepassingsgebied

a. Algemeenheden

Met uitzondering van gevallen, vermeld in het hierna volgend *punt b.*, worden de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking steeds vereist wanneer een persoon gelijktijdig kan aanraken:
- hetzij een massa en een vreemd geleidend deel;
- hetzij een massa en een niet-isolerende wand of vloer;
- hetzij een massa en de aardepotentiaal;
- hetzij twee massa's.

Voor bijzondere gevallen worden de na te volgen regels gegeven in *deel 7.*

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de voorschriften vastleggen die van toepassing zijn in andere bijzondere gevallen.

b. Uitzonderingen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel moet genomen worden in volgende gevallen:
1. bij installaties waarvan de actieve delen van het elektrisch materieel, blank mogen blijven in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
2. voor zichtbare metalen buizen, voor zover de er in getrokken geleiders een bijkomende isolatie hebben en ze geklasseerd zijn hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *onderafdeling 2.7.1.2.*).
3. bij draagijzers, steunen en ermede verbonden metalen delen, wanneer de spanning 500 V wisselspanning of 750 V gelijkspanning niet overschrijdt en ze zich niet binnen het genaakbaarheidsgabarit bevinden;
4. voor elektromagneten van contactoren of relais, transformatorkernen en voor magnetische onderdelen van uitschakelaars voor zover deze delen massa's zijn;

Onderafdeling 4.2.4.2. Uitwendige invloeden

Drie soorten uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden om de keuze van elektrisch materieel en de te treffen beschermingsmaatregelen te rechtvaardigen in functie van de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, te weten:
- de invloed van de huidvochtigheid op de elektrische weerstand van het menselijk lichaam (BB: zie *tabel 2.3.*);
- de aanraking van personen met de aardpotentiaal (BC: zie *afdeling 2.10.13.);*
- de aanwezigheid van water (AD: zie *afdeling 2.10.3.*).

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden

In de droge ruimten (AD1) met niet-geleidende vloeren en wanden (BC1) mogen de bijzondere voorschriften van *4.2.3.3.d.* toegepast worden.

b. Andere ruimten

In ruimten, andere dan droge ruimten met niet-geleidende vloeren en wanden, zijn de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking:
- hetzij actieve maatregelen overeenkomstig *onderafdeling 4.2.3.4.* naargelang het aardverbindingssysteem;
- hetzij, voor bepaalde plaatsen of materieel, andere beschermingsmaatregelen zoals:
  - gebruik van materieel van de klasse II (*afdeling 2.4.3.*) of met een veiligheid gelijkwaardig met deze van toestellen van de klasse II;
  - veiligheidsscheiding van de stroombanen (*4.2.3.3.c.);*
  - zeer lage veiligheidsspanning (*4.2.3.3.a* en *onderafdelingen 4.2.7.3.* en *4.2.7.5.*);
  - de bijzondere schikkingen van *4.2.3.3.d.*

c. Vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3)

De vochtige ruimten waar de elektrische weerstand van het menselijk lichaam vermindert of zeer klein is (BB3) zijn gekenmerkt door de gelijktijdige aanwezigheid van volgende uitwendige invloeden:
- de aanwezigheid van water is gekenmerkt door de uitwendige invloeden AD6 (inwerking van watermassa's), AD7 (overstroming) of AD8 (onderdompeling);
- de contacten met de aardpotentiaal zijn frequent (BC3) of blijvend (BC4).

In al deze gevallen is enkel het gebruik van de zeer lage veiligheidsspanning toegelaten. De spanning moet begrensd zijn tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel.

Nochtans worden grotere spanningen toegelaten in geleidende ruimten voor zekere bijzondere toepassingen, overeenkomstig de voorschriften van *hoofdstuk 7.4.*

d. Gebruik van een differentieelstroominrichting

Indien een differentieelstroominrichting gebruikt wordt, mag de spreidingsweerstand van de aardverbinding niet groter zijn dan 500 Ω voor de droge en niet-geleidende ruimten, en 240 Ω voor andere ruimten.

De gevoeligheid van het beschermingstoestel moet bepaald worden in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding zoals aangegeven in *tabel 4.3.*

Tabel 4.3. Differentieelstroominrichting: gevoeligheid van beschermingstoestellen in functie van de spreidingsweerstand van de aardverbinding

Spreidingsweerstand van de aardverbinding		***Nominale aanspreekstroom van het beschermingstoestel***
Droge en niet-geleidende ruimten	***Andere ruimten***	
tot 50 Ω	tot 24 Ω	1000 mA
van 50 tot 100 Ω	van 24 tot 48 Ω	500 mA
van 100 tot 166 Ω	van 48 tot 80 Ω	300 mA
van 166 tot 500 Ω	van 80 tot 240 Ω	100 mA, met grote en zeer grote gevoeligheid

Afdeling 4.2.5. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

Onderafdeling 4.2.5.1. Principes van het voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

De bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking moet in hoogspanningsinstallaties worden verzekerd door:

1. het beperken van de kans dat een fout optreedt die het ontstaan van gevaarlijke contactspanningen tot gevolg kan hebben.
   Om dit te bereiken dient men er zich van te verzekeren dat:
   - het elektrisch materieel op een zodanige wijze is ontworpen, vervaardigd, gekozen en geïnstalleerd dat het veilig gebruikt kan worden;
   - het elektrisch materieel gebruikt wordt in overeenstemming met zijn bestemming;
   - het elektrisch materieel op een gepaste wijze wordt onderhouden;
2. het verbinden van alle massa's van de elektrische hoogspanningsinstallatie met een aardverbinding;
3. het nemen van bijkomende beschermingsmaatregelen, naargelang het geval:
   - door toepassing van passieve beschermingsmaatregelen; en/of,
   - door toepassing van actieve beschermingsmaatregelen.

Indien verschillende beschermingsmaatregelen gelijktijdig worden toegepast, mogen ze elkaar niet teniet doen noch nadelig beïnvloeden.

Onderafdeling 4.2.5.2. Aardingsinstallatie bij hoogspanning

a. Algemeenheden

De aardingsinstallatie omvat:
- de aardverbindingen;
- de aardgeleiders;
- de beschermingsgeleiders;
- de eventuele equipotentiale verbindingen.

De uitvoering van de elementen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie wordt beschreven in *hoofdstuk 5.5.*

b. Waarde van de aardingsweerstand

b.1. Algemeenheden

De spreidingsweerstand van de beschermingsaardverbinding moet zo klein mogelijk zijn, ongeacht de bijkomende beschermingsmiddelen toegepast in de elektrische installaties.

b.2. Maximale waarde

Behalve in de hieronder vermelde gevallen is de waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding kleiner dan of gelijk aan 10 Ω.

Wanneer de installatie verbonden is aan een globale aarding is deze limiet 15 Ω.

Wanneer de soortelijke weerstand van de grond groter is dan 150 Ωm, worden voorvermelde limieten bepaald door de onderstaande formule:

$$15 \frac{\rho_E \ (\Omega m)}{150 \ (\Omega m)} \ \Omega$$

met ρ_E de lokale soortelijke weerstand van de grond op 1 m diepte. Deze waarden gelden niet voor het bijzondere geval dat bepaald is in *punt b.6.1.* van *onderafdeling 5.5.2.2.*, nochtans moet de aardingsimpedantie Z_E kleiner zijn dan 1 Ω.

b.3. Initiële waarde

De waarde van de aardingsweerstand (R_E) van de aardverbinding wordt gemeten vóór de ingebruikname. Deze wordt de «initiële waarde van de aardingsweerstand» genoemd.

Onderafdeling 4.2.5.3. Passieve bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Passieve maatregelen zijn maatregelen die niet steunen op de onderbreking van de voeding en zijn beperkt tot alleenstaande elektrische machines en toestellen of lokale elektrische uitrustingen, met als doel de gelijktijdige aanraking onmogelijk te maken van delen waartussen, bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, de contactspanning een gevaarlijke waarde kan bereiken.

Deze bescherming bestaat uit het nemen van volgende maatregelen, hetzij afzonderlijk, hetzij in combinatie:
1. het omhullen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
2. het isoleren van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
3. het verwijderen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
4. het afschermen van de massa's van de installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen;
5. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone.

Onverminderd de hiervoor vermelde beschermingsmaatregelen moeten de massa's van het hoogspanningsmaterieel plaatselijk geaard zijn.

b. Omhulling van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De omhulling van de massa's, alsmede van de vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de omhulling van de massa's en vreemde geleidende delen derwijze is uitgevoerd dat het doorslagniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de omhulling degelijk bevestigd is en weerstaat aan de invloeden waaraan zij kan worden blootgesteld.

c. Isolatie van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's of vice versa

De isolatie van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen, wordt als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. het isoleren van de massa's, alsmede van vreemde geleidende delen of het geïsoleerd opstellen van vreemde geleidende delen, derwijze uitgevoerd is dat het isolatieniveau beantwoordt aan de te verwachten contactspanning die maximaal $U_E/2$ bedraagt;
2. de gebruikte isolatiemiddelen degelijk bevestigd zijn en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

d. Verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's

De verwijdering van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's wordt beschouwd als doeltreffend wanneer het onmogelijk is voor personen om onder normale bedrijfsomstandigheden gelijktijdig in aanraking te kunnen komen met een hoogspanningsmassa enerzijds en een massa van een installatie op een andere spanning en/of een vreemd geleidend deel anderzijds.

Deze verwijdering wordt als voldoende beschouwd wanneer de verticale en de horizontale afstand ten minste 2,5 m bedraagt.

In de ruimten van de elektrische dienst mag de horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

e. Afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen t.o.v. de hoogspanningsmassa's d.m.v. hindernissen

De hindernissen gebruikt als afscherming van de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede de vreemde geleidende delen t.o.v. hoogspanningsmassa's worden als doeltreffend beschouwd indien binnen het genaakbaarheidsgabarit:
1. de te overbruggen afstand tussen de hoogspanningsmassa's enerzijds en de massa's van installaties op lage en zeer lage spanning alsmede van de vreemde geleidende delen anderzijds

ten minste 2,5 m bedraagt; en
2. de hoogte van de bovenkant van de hindernis ten minste 1,25 m bedraagt.

In de ruimten van de elektriciteitsdienst mag de te overbruggen horizontale afstand herleid worden tot 1,25 m.

De hindernissen moeten zijn opgebouwd uit niet geleidend materiaal, degelijk zijn bevestigd en weerstaan aan de krachten waaraan zij kunnen worden blootgesteld.

f. Verwezenlijking van een geaarde potentiaalvereffeningszone

Alle massa's en de hiermee gelijktijdig genaakbare vreemde geleidende delen moeten galvanisch met een lokale aardingsinstallatie verbonden zijn, zodat bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, het ontstaan van potentiaalverschillen groter dan deze bepaald door de veiligheidscurve hernomen in *figuur 2.10.* (zie *onderafdeling 2.4.1.3.*), uitgesloten is. Geleidende delen die geen aanleiding kunnen geven tot een gevaarlijk potentiaalverschil moeten niet geaard worden (ingemetste metalen deur of metalen verluchtingsroosters...).

Hiertoe dienen de volgende maatregelen te worden getroffen:
1. het verwezenlijken van een geaarde potentiaalvereffeningszone d.m.v. een onder de installatie aangebracht gemaasd net.
   Dit gemaasd net waarvan de afmetingen tenminste dezelfde zijn als deze van de installatie, is gevormd door:
   - hetzij de bewapening van de funderingsplaat, op voorwaarde dat de bewapeningsmatten ten minste op twee plaatsen met de naburige matten zijn verbonden en het geheel door middel van ten minste twee eventueel loskoppelbare verbindingen met de lokale aardingsinstallatie is verbonden;
   - hetzij een metalen traliewerk waarvan de afmetingen van de mazen maximaal 10 m bedragen.
2. het beheersen van de potentiaalgradiënt aan de rand van de zone. Dit kan onder meer gebeuren door het ingraven van één of meerdere aardingslussen omheen de rand van de zone. Deze aardingslussen mogen aangevuld worden met aardingsstaven onder een hoek in de grond gedreven. Indien de beheersing van de potentiaalgradiënt niet kan gewaarborgd worden dienen bijkomende passieve maatregelen genomen te worden zoals bijvoorbeeld een niet-geleidende bodembedekking of het plaatsen van geïsoleerde omheiningen.

Onderafdeling 4.2.5.4. Actieve bescherming met automatische onderbreking van de voeding bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Deze beschermingsmaatregel heeft tot doel om bij een fout in de hoogspanningsinstallatie, door het onderbreken van de voeding, de tijdsduur van gevaarlijke contactspanningen te beperken.

De toepassing van deze maatregel vergt:
1. het lokaal aarden van de hoogspanningsmassa's;
2. het aanwenden van stroomonderbrekingstoestellen met een werkingskarakteristiek zodanig dat er geen gevaarlijke potentiaalverschillen optreden rekening houdend met de waarde van de impedanties van de foutlussen en met de kenmerken van het netstelsel.

Aan deze vereiste wordt geacht te zijn voldaan wanneer één van de hierna vermelde voorwaarden vervuld is:
1. voor de installaties die uitsluitend toegankelijk zijn voor BA4- of BA5-personen, de hoogspanningsmassa's zijn aangesloten op een globale aarding en de duur van de fout beperkt is tot 5 seconden; of
2. de aardpotentiaalstijging U_E (berekend of gemeten) blijft beperkt tot de toelaatbare contactspanning U_{Tp}:
   $U_E \leq U_{Tp}$

Wanneer de hoogspanningsmassa's zich in de onmiddellijke nabijheid (horizontale afstand < 5 m) van hun aardverbinding bevinden, mag de aardpotentiaalstijging maximaal tweemaal de toelaatbare contactspanning bedragen.

Voor de bepaling van de aardpotentiaalstijging en de contactspanning van een installatie mogen alle aardverbindingen die deel uitmaken van de aardingsinstallatie in rekening worden gebracht.

De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule:

$$U_E < I_f \cdot Z_E$$

waarin:
- I_f: te verwachten foutstroom fase-aarde (A) op de plaats van de installatie;
- Z_E: aardingsimpedantie (Ω).

Bij het bepalen van de toelaatbare contactspanning mogen toegevoegde weerstanden (schoeisel of bodemoppervlak met hoge elektrische doorgangsweerstand) in aanmerking genomen worden.

In dit geval wordt de toelaatbare contactspanning gedefinieerd door de volgende formule:

$$U_{STp} < U_{Tp} + (R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_B$$

met

$$I_B = U_{Tp} / Z_B$$

waarin:
- U_{STp}: toelaatbare contactspanning (V) tussen handen en aarde rekening houdend met de weerstand van het schoeisel en de aardbodembedekking;
- Z_B: impedantie van het menselijk lichaam (Ω);
- I_B: lichaamsstroomsterkte (A);
- R_{a1}: weerstand van het schoeisel (Ω);
- R_{a2}: oppervlakteweerstand van de bodem (Ω).

b. Kenmerken van het netstelsel

Bedoelde beschermingsinrichtingen vereisen de coördinatie tussen:
1. de kenmerken van het netstelsel; en
2. de werkingskarakteristieken van de onderbrekingsinrichtingen.

De uitbater van het hoogspanningsnet bepaalt het typeschema van zijn netstelsel. Op aanvraag van de installateur verleent de uitbater van het hoogspanningsnet hem de kenmerken van het netstelsel.

Onderafdeling 4.2.5.5. Toepassing van de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking bij hoogspanning

Wanneer er niet aan de in *onderafdeling 4.2.5.4.* vermelde voorwaarden wordt voldaan dienen bijkomende passieve beschermingsmaatregelen te worden toegepast.

Wanneer gepaste maatregelen zijn getroffen om de beveiliging tegen de contactspanningen te verzekeren, wordt geacht dat de beveiliging tegen de stapspanningen ook is verzekerd.

Afdeling 4.2.6. Voorkomen van elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking ten gevolge van potentiaalverspreiding

Onderafdeling 4.2.6.1. Algemeenheden

Maatregelen moeten genomen worden om te vermijden dat, ten gevolge van een isolatiefout in een hoogspanningsinstallatie, de potentiaalverspreiding via actieve geleiders, via de aardingsinstallatie of via aan de installatie verbonden vreemde geleidende delen, aanleiding tot gevaarlijke contactspanningen zou kunnen geven.

Zo moet de continuïteit van de vreemde geleidende delen die overgaan tussen de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding en een zone van neutrale aardbodempotentiaal onderbroken worden door een aangepast isolatiemateriaal.

Onderafdeling 4.2.6.2. Te treffen maatregelen

a. Algemene maatregelen

De aarding van het nulpunt van een laagspanningsinstallatie, de aan de installatie vreemde geleidende delen, de aardverbindingen van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie worden aangebracht buiten de spreidingszone van de hoogspanningsaardverbinding.

b. Uitzonderingen op de algemene maatregelen

b.1. De massa's van de toestellen voor laagspanning en zeer lage spanning van een installatie van het TT- of IT-schema die zich in eenzelfde lokaal als de hoogspanningsinstallatie bevinden mogen

worden aangesloten aan de hoogspanningsaarding op voorwaarde dat voldaan wordt aan de voorschriften van *tabel 4.4.* of dat het hoogspanningsnet deel uitmaakt van een globale aarding.

b.2. De massa's van het LS- en ZLS-materieel alsook de vreemde geleidende delen, die zich in hetzelfde gebouw als de HS-massa's bevinden mogen met de HS-aardverbinding verbonden zijn voor zover er een doeltreffende equipotentiaalverbinding verwezenlijkt is.

In het geval van een globale aarding zijn de doorsneden van equipotentiaalgeleiders ten minste gelijk aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm² wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
- 4 mm² wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b.3. Het nulpunt van een laagspanningsinstallatie mag worden aangesloten aan een aardingsinstallatie van een hoogspanningsinstallatie op voorwaarde dat:
- in een TN-laagspanningsnetschema er geen risico van gevaarlijke contactspanning kan ontstaan ten gevolge van potentiaalverspreiding via de nulgeleider en de beschermingsgeleider buiten de potentiaalvereffeningszone;
- in een TT-laagspanningsnetschema er geen risico kan ontstaan van overschrijding van de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel.

Aan deze eisen wordt verondersteld voldaan te zijn wanneer:
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de LS- en ZLS-massa's alsook de vreemde geleidende delen, die zich in eenzelfde gebouw bevinden, onderling met elkaar verbonden zijn door een doeltreffende equipoteniaalverbinding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TN-type is en de aardpotentiaalstijging U_E van de LS- en ZLS-massa's en vreemde geleidende delen de aangeduide waarden in *tabel 4.4.* niet overtreft, waarbij de toegelaten contactspanning U_{Tp} gelijk genomen is aan de relatieve conventionele grensspanning $U_L(t)$ (zie *onderafdeling 2.4.1.1.*). De spanning U_E kan benaderend bepaald worden door de formule $U_E < I_f \cdot Z_E$, wetende dat Z_E gemeten is bij het tijdelijk doorverbinden van de laag- en hoogspanningsaarding;
- hetzij het laagspanningsnet van het TT-type is en het hoogspanningsnet geniet van een globale aarding.

c. Bijzondere maatregelen

Wanneer, binnen de spreidingszone van een HS-aardingsinstallatie, het niet mogelijk is gevaarlijke contactspanningen te voorkomen, ten gevolge van een potentiaalverspreiding, moeten de massa's van de laag- of zeer lage spanningsinstallatie en/of de vreemd geleidende delen die zich in die spreidingszone bevinden en die galvanisch verbonden zijn met de neutrale aarde, ongenaakbaar gemaakt worden.

Deze ongenaakbaarheid kan worden verwezenlijkt door:
- hetzij een afscherming;
- hetzij een isolerende bedekking;
- hetzij de verwijdering buiten het genaakbaarheidsgabarit van de onderhouds- en de dienstplaatsen.

Tabel 4.4. Voorschriften met betrekking tot de maximale stijging van de aardpotentiaal

Netstelsel van de laagspannings-installatie	Foutduur	De aarding van de laag- en hoogspanningsinstallatie is gemeenschappelijk	
		Voorschriften i.v.m. de maximale aardpotentiaalstijging	
		(voor wat betreft de overgebrachte contactspanning)	(voor wat betreft de houdspanning van de isolatie van het laagspanningsmaterieel)
TT	$t \leq 5$ s	Niet van toepassing	$U_E \leq 1200$V
	$t > 5$ s		$U_E \leq 250$V
TN		$U_E \leq U_{Tp}$ (1) $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$ (2)	Niet van toepassing

(1) De PE(N)-geleider van de laagspanningsinstallatie is enkel geaard door een verbinding met de aardingsinstallatie van het hoogspanningsmaterieel.

(2) De PE(N)-geleider van de laagspanningsinstallatie is geaard op verschillende punten, zo regelmatig mogelijk verdeeld, om de potentiaal van de beschermingsgeleider, in geval van fout, zo dicht mogelijk bij dit van de aarde te houden.

Afdeling 4.2.7. Beschermingsmaatregelen op zeer lage spanning

Onderafdeling 4.2.7.1. Voeding op zeer lage spanning (ZLS)

De zeer lage spanning wordt geleverd:

1. hetzij door autonome voedingsbronnen, zoals:
   - elektrochemische voedingsbronnen (vb. accumulatorbatterijen); ofwel
   - andere autonome voedingsbronnen waarvan de voeding niet van elektrische aard is;
2. hetzij vanaf een elektrische installatie door middel van toestellen met elektrisch gescheiden wikkelingen, op voorwaarde dat deze toestellen:
   - scheidingstransformatoren zijn;
   - inrichtingen zijn die een veiligheidsniveau hebben dat gelijkwaardig is aan dit van scheidingstransformatoren;
   - zodanig ontworpen zijn dat bij een fout tussen de primaire en de secundaire wikkeling vermeden wordt:
     - dat hetzij de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen door bij dit materieel de beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking toe te passen overeenkomstig *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*;
     - dat hetzij een niet-veilige contactspanning behouden blijft op de massa's van elektrisch materieel op zeer lage spanning gedurende een tijd die de maximale duur, aangehaald in *tabel 2.4.* overtreft door deze massa's te verbinden met de beschermingsgeleider van de primaire stroombaan en door, voor dit materiaal, de beschermingsmaatregelen overeenkomstig de *onderafdeling 4.2.3.4.* toe te passen;
3. hetzij door elektronische inrichtingen, waarbij constructieve maatregelen genomen zijn om te voorkomen dat, zelfs in geval van een inwendig defect van deze inrichtingen, de spanning aan de uitgangsklemmen niet hoger kan worden dan de absolute conventionele grensspanning bepaald in *tabel 2.3.*
   Hogere spanningswaarden zijn nochtans toegelaten wanneer, bij rechtstreekse of onrechtstreekse aanraking, deze spanning wordt herleid tot de absolute conventionele grensspanningen binnen een tijd bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen bepaald in *tabel 2.4.*

De nominale spanning van deze voedingsbronnen op zeer lage spanning, met uitzondering van de bronnen vermeld in het *punt 3.* hiervoor, mag niet groter zijn dan de waarden bepaald in *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*

Onderafdeling 4.2.7.2. Elektrische installaties op zeer lage functionele spanning (ZLFS)

a. Algemeenheden

a.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 1500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

a.2. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Bij een isolatiefout tussen het voedend net en het ZLFS-net en bij een fout in het ZLFS-net moet vermeden worden dat de massa's van het elektrisch materieel op zeer lage spanning onder een niet-veilige contactspanning komen:
- hetzij gedurende een tijd die de maximale duur bepaald door de relatieve conventionele grensspanningen overtreft door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *onderafdeling 4.2.3.4.*;
- hetzij door toepassing van de beschermingsmaatregelen vermeld in *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* en *4.2.3.3.d.*

a.3. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3. «Bescherming tegen thermische invloeden»* en van *hoofdstuk*

4.4. «Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing. Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

b. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLFS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere spanning;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLFS.

Onderafdeling 4.2.7.3. Elektrische installaties op zeer lage veiligheidsspanning (ZLVS) en op zeer lage beschermingsspanning (ZLBS)

a. Voedingsbronnen

De ZLVS en de ZLBS mogen enkel geleverd worden door één van de stroombronnen op zeer lage spanning aangehaald:
- hetzij in *punt 1.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*;
- hetzij in de eerste twee streepjes van *punt 2.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*, waarbij deze toestellen een scheidingsniveau hebben gelijkwaardig aan dit van een veiligheidstransformator;
- hetzij in *punt 3.* van *onderafdeling 4.2.7.1.*, waarbij de hogere spanningswaarde bedoeld in het tweede lid slechts toegelaten is voor ZLBS.

Indien de elektrische installatie op zeer lage veiligheidsspanning gevoed wordt door gelijkspanning, bekomen door één of meer gelijkrichters, is de absolute conventionele grensspanning toepasselijk op de uitgang van de transformator en dit zonder afbreuk te doen aan de voorschriften van de *afdelingen 2.3.2.* en *2.3.3.*met betrekking tot gelijkspanning.

De verplaatsbare voedingsbronnen zoals de veiligheidstransformatoren of de elektromotor-generatorgroepen zijn gekozen of geïnstalleerd overeenkomstig de voorschriften betreffende de beschermingsmaatregelen inzake het gebruik van materieel van de klasse II of daaraan gelijkwaardig.

b. Actieve delen

De actieve delen van de stroombanen op ZLVS en ZLBS zijn fysisch gescheiden t.o.v. elkaar en t.o.v. andere stroombanen.

Maatregelen zijn genomen om een beschermingsscheiding te verwezenlijken; deze regel is niet van toepassing op de verbinding van de ZLBS t.o.v. de aarde.

c. Elektrische leidingen

Teneinde de beschermingsscheiding vermeld in *b.* te verwezenlijken, moet één van de hierna vermelde schikkingen zijn getroffen:
- een fysische scheiding van minimum 10 mm tussen de geleiders van stroombanen op ZLVS en op ZLBS en de geleiders van andere stroombanen;
- de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS moeten, naast hun basisisolatie, voorzien zijn van een bijkomende isolatie (mantel, buis...);
- een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders van de stroombanen op ZLVS en op ZLBS geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

d. Stopcontacten

De stopcontacten op ZLVS en ZLBS moeten voldoen aan volgende voorschriften:
- de contactstoppen mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op een andere dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactdozen beletten het inbrengen van contactstoppen voor andere voedingen dan de ZLVS of de ZLBS;
- de contactstoppen op ZLVS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLBS en de contactstoppen op ZLBS mogen niet in contactdozen kunnen gestoken worden die gevoed worden op ZLVS;
- de contactdozen op ZLVS omvatten noch een beschermings- noch een aardcontact. De contactdozen op ZLBS mogen daarentegen wel een beschermings- of een aardcontact omvatten.

e. Bescherming tegen thermische invloeden en tegen overstroom

De voorschriften van *hoofdstuk 4.3. «Bescherming tegen thermische invloeden»* en van *hoofdstuk 4.4.*

«Elektrische bescherming tegen overstroom» blijven onverminderd van toepassing.

Meer bepaald moeten maatregelen worden genomen om te verhinderen dat bij normaal bedrijf of wegens een fout een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan, in het bijzonder bij het gebruik van toestellen van klasse I.

Onderafdeling 4.2.7.4. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLBS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking dient te worden verzekerd:
- hetzij door omhulsels of schermen met een minimum beschermingsgraad van IPXX-B;
- hetzij door isolatie, ontworpen voor een testspanning van 500 V op industriële frequentie gedurende 1 minuut;
- hetzij door verwijdering.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Afwijkingen

Ongeacht de hoger vermelde bepalingen is een bescherming tegen rechtstreekse aanraking niet noodzakelijk voor elektrisch materieel op ZLBS gelegen in een geaarde equipotentiale zone en voor zover de waarde van de nominale spanning niet hoger is dan de waarden vermeld in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.*

Onderafdeling 4.2.7.5. Bijkomende voorschriften met betrekking tot stroombanen op ZLVS

a. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan hoger is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.* dient de bescherming tegen rechtstreekse aanraking te worden verzekerd overeenkomstig de voorschriften van *onderafdeling 4.2.7.4.a.*

Wanneer de nominale spanning van de stroombaan gelijk is aan of lager is dan de waarden opgenomen in de *tabel 4.1.* van *onderafdeling 4.2.2.1.h.* is geen bescherming tegen rechtstreekse aanraking noodzakelijk.

b. Bescherming tegen onrechtstreekse aanraking

Geen enkele beschermingsmaatregel tegen onrechtstreekse aanraking is noodzakelijk.

c. Verboden verbindingen

De actieve delen van elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- actieve delen behorende tot andere stroombanen;
- beschermingsgeleiders behorende tot andere stroombanen.

De massa's van het elektrisch materieel op ZLVS mogen niet galvanisch verbonden worden met:
- de aardverbinding;
- de beschermingsgeleiders of massa's van andere installaties;
- geleidende delen, tenzij deze onmogelijk op een potentiaal kunnen worden gebracht hoger dan de absolute conventionele grensspanning.

Hoofdstuk 4.3. Bescherming tegen thermische invloeden

Afdeling 4.3.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.3.1.1. Principe

De personen en de goederen die zich in de nabijheid van elektrisch materieel bevinden, moeten beschermd worden tegen thermische invloeden voortkomend uit de werking van dit materieel en in het bijzonder tegen de volgende uitwerkingen:
- gevaar voor brandwonden;
- brandgevaar:
  - verbranding of ontaarding van het materiaal;
  - aantasting van de veilige werking van het geïnstalleerde elektrisch materieel;
  - uitbreiding van brand door de elektrische installatie;

– ontploffingsgevaar.

Onderafdeling 4.3.1.2. Specifieke bepalingen

Materiaal: stof die gebruikt wordt in bouwelementen en in de fabricatie van elektrisch materieel.

Onbrandbaar materiaal: materiaal dat niet kan branden. In de praktijk wordt een materiaal als onbrandbaar beschouwd wanneer, tijdens een genormaliseerde test gedurende dewelke het materiaal aan een voorgeschreven verwarming wordt blootgesteld, geen enkel uitwendig verschijnsel vastgesteld wordt dat wijst op een aanzienlijke warmteontwikkeling.

Brandbaar materiaal: materiaal dat kan branden, met andere woorden dat kan reageren met zuurstof onder afgifte van warmte. Het verschijnsel gaat in het algemeen gepaard met vlamontwikkeling en/of gloeiing. In dit opzicht overtreffen de te beschouwen zuurstofconcentraties deze van de omgevingslucht niet, tenzij in uitzonderlijke gevallen.

Ontvlambaar materiaal (vlamverspreidend materiaal): materiaal dat begint te branden en blijft branden in gasvormige toestand, meestal gepaard met uitstraling van licht, terwijl het onder invloed staat of heeft gestaan van een warmtebron.

Vlamvertragend materiaal: materiaal dat eventueel na behandeling de eigenschap heeft de verspreiding van de vlam te vertragen.

Zelfdovend materiaal (niet-vlamverspreidend materiaal): materiaal dat de eigenschap heeft de verbranding uit zichzelf te beëindigen nadat de warmtebron, die zijn verbranding heeft doen ontstaan, weggenomen werd.

Onbrandbaar gemaakt materiaal: materiaal dat door behandeling de eigenschap heeft verkregen zijn geschiktheid tot verbranding te verliezen of gevoelig te verminderen.

Vlampunt: laagste temperatuur, gecorrigeerd tot een druk van 101,325 kPa, waarbij een vloeistof onder de beschreven omstandigheden zodanig verdampt, dat in het testvat een brandbaar mengsel van lucht en damp wordt gevormd.

Onderafdeling 4.3.1.3. Uitwendige invloeden

Volgende uitwendige invloeden moeten in acht genomen worden bij het kiezen van elektrisch materieel en van de te nemen voorzorgsmaatregelen voor de bescherming tegen thermische effecten:
– de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE; zie *afdeling 2.10.15.*);
– bouwmaterialen (CA; zie *afdeling 2.10.16.*);
– structuren van de gebouwen (CB; zie *afdeling 2.10.17.*).

Afdeling 4.3.2. Bescherming tegen brandwonden

Onderafdeling 4.3.2.1. Temperatuurbegrenzing van genaakbaar elektrisch materieel

De uitwendige oppervlakken van de omhulsels van elektrische machines, toestellen en leidingen, aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit, mogen geen temperaturen kunnen bereiken die bij personen brandwonden kunnen veroorzaken. Zij voldoen aan de grenswaarden die in *tabel 4.5.* zijn aangeduid.

Tabel 4.5. Maximumtemperaturen van de uitwendige oppervlakken van elektrisch materieel aangebracht binnen het genaakbaarheidsgabarit

Uitwendige oppervlakken	*Maximumtemperaturen (°C)*
– van bedieningsorganen	
• *metalen*	55
• *niet-metalen*	65
– bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden maar niet om voortdurend in de hand te worden gehouden	
• *metalen*	70
• *niet-metalen*	80
– die genaakbaar zijn maar niet bestemd om onder normale gebruiksomstandigheden aangeraakt te worden	
• *metalen*	80
• *niet-metalen*	90

Het onderscheid tussen metalen en niet-metalen oppervlakken hangt af van de thermische geleidbaarheid van het gebruikte materiaal.

Verf- en vernislagen wijzigen de thermische geleidbaarheid van het oppervlak niet.

Daarentegen kunnen bepaalde kunststofbekledingen de thermische geleidbaarheid van een metalen oppervlak wel gevoelig verminderen en zo toelaten het te beschouwen als een niet-metalen oppervlak.

Alle delen van de elektrische installatie welke, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in deze tabel, moeten beschermd worden tegen elke toevallige aanraking.

Onderafdeling 4.3.2.2. Installatie van het elektrisch materieel

Elektrisch materieel dat niet beantwoordt aan de voorschriften van *onderafdeling 4.3.2.1.*, evenals alle delen van de elektrische installatie die, zelfs gedurende korte tijd, hogere temperaturen kunnen bereiken dan deze aangeduid in de *tabel 4.5* van *onderafdeling 4.3.2.1.*, moeten beschermd worden tegen toevallige aanraking met personen, hetzij door verwijdering, hetzij door een afscheiding door middel van een niet-brandbaar en thermisch isolerend scherm.

Elektrische machines en toestellen waarbij bundeling of concentratie van warmte kan optreden moeten:
- hetzij voldoende ver van personen verwijderd worden opdat ze niet zouden kunnen blootgesteld worden aan gevaarlijke warmteconcentraties;
- hetzij van deze personen gescheiden worden door een scherm uit niet-brandbaar en thermisch isolerend materiaal.

Afdeling 4.3.3. Bescherming tegen brand

Onderafdeling 4.3.3.1. Algemeenheden

De voorschriften bedoeld in *afdeling 4.3.3.* zijn van toepassing voor elke ruimte (lokaal of plaats) en voor elke elektrische installatie zoals bijvoorbeeld vaste, tijdelijke, binnen-, buiten-, mobiele of verplaatsbare installaties.

Bij de keuze en de installatie van het elektrisch materieel, uitrustingen, … in een ruimte moet men rekening houden met het te verwachten brandgevaar om:
- geen brand in normaal bedrijf te veroorzaken;
- de gevolgen van alle fouten, die tot een brand kunnen leiden, te beperken;
- de verspreiding van brand en het ontstaan van rook te beperken.

Voor de veiligheidsinstallaties worden de bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.4.* vermeld. Voor de kritische installaties worden de eventuele bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in *hoofdstuk 3.5.* vermeld.

De eigenaar, beheerder of uitbater moet de correcte keuze en installatie van het elektrisch materieel en de uitrustingen bewijzen voor wat de bescherming tegen brand betreft. De documenten die dit bewijzen maken deel uit van het elektrisch dossier (zie *afdeling 9.1.1*) of ze worden ter beschikking voor elke betrokken persoon voor raadpleging gehouden. Deze documenten zijn onder andere de technische fiches en de gebruiksaanwijzingen van het elektrisch materieel, de risicoanalyses, het document met de uitwendige invloeden, …

Onderafdeling 4.3.3.2. Specifieke definities

Bouwwerk: constructie die met de grond is verbonden en die is gemaakt van bouwmaterialen en elementen en/of waarvoor bouwwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Het geschikt maken van grond voor landbouw, planten, zaaien,… wordt niet als bouwwerk aangemerkt.

Gebouw: elk bouwwerk dat een voor personen toegankelijke overdekte ruimte vormt, geheel of gedeeltelijk met wanden omsloten.

Civieltechnisch werk: elk bouwwerk dat niet als gebouw is geclassificeerd zoals bijvoorbeeld een brug, een tunnel, …

Compartiment: deel van een gebouw, al dan niet onderverdeeld in lokalen, of deel van een civieltechnisch werk, begrensd door wanden die de brandvoortplanting naar het aangrenzende compartiment of compartimenten gedurende een bepaalde tijd dienen te beletten.

Evacuatieweg: doorlopende en onbelemmerde weg die toelaat een veilige plaats te bereiken door gebruik te maken van de normale circulatiewegen. Men verstaat onder veilige plaats: plaats buiten het bouwwerk of, in voorkomend geval, het gedeelte van het bouwwerk dat gelegen is buiten het compartiment waar er brand is en vanwaar het mogelijk is om het bouwwerk te verlaten zonder door dat compartiment te moeten gaan.

Onderafdeling 4.3.3.3. Indeling van het brandgevaar in een ruimte

a. Algemeenheden

Het brandgevaar in een ruimte wordt op basis van de drie volgende uitwendige invloeden bepaald:

- de aard en de hoeveelheid van de behandelde of opgeslagen goederen (BE);
- de brandbaarheid van de bouwmaterialen (CA);
- de structuur (CB).

Men onderscheidt twee mogelijke niveaus van brandgevaar in een ruimte:

- normaal brandgevaar;
- verhoogd brandgevaar.

De ruimten met een normaal brandgevaar zijn door het geheel van de drie volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE1, CA1 en CB1.

De ruimten met verhoogd brandgevaar zijn door tenminste een van de volgende uitwendige invloeden gekenmerkt: BE2 of BE3 of CA2 of CB2.

b. Bijzondere ruimten

De elektrische installaties in een ruimte gekenmerkt door de uitwendige invloed CB3 of CB4 kunnen uitgevoerd worden op basis van een risicoanalyse zoals deze in een ruimte met verhoogd brandgevaar.

De ruimten met vermogentransformatoren of stroomgroepen worden niet noodzakelijk beschouwd als ruimten met verhoogd brandgevaar; dit maakt deel uit van het bepalen van de uitwendige invloeden (*afdeling 9.1.5.*).

Onderafdeling 4.3.3.4. Indeling van de geïsoleerde geleiders en kabels

a. Toepassingsgebied

De indeling is van toepassing op de geïsoleerde geleiders en de energiekabels.

De indeling is ook van toepassing op de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening.

b. Brandreactie van de geïsoleerde geleiders en kabels.

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandreactie die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de klassen weergegeven in *tabel 4.6.* overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. De klassen C, C_L, E, E_L bedoeld in *afdeling 5.2.8.* zijn ook te beschouwen overeenkomstig de gedelegeerde verordening (EU) 2016/364. Deze klassen betreffen:

- de bouwproducten met uitzondering van vloerbekledingen, lineaire isolatieproducten voor leidingen en elektrische kabels (klassen C en E);
- de lineaire isolatieproducten voor leidingen (klassen C_L en E_L).

Tabel 4.6. Klassen van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Type van geïsoleerde geleider en kabel	Klasse	Bijdrage tot de brand	Supplementaire classificatie
Onbrandbaar	A_{ca}	Geen	
Geïsoleerde geleiders en kabels met hoge brandprestatie	$B1_{ca}$	Minimaal	Vorming van rook s1 aangeduid door s1 of s1a of s1b s2 s3 Aciditeit van rook a1 a2 a3
Geïsoleerde geleiders en kabels met verbeterde brandprestatie	$B2_{ca}$	Zeer beperkt	
	C_{ca}	Beperkt	
Standaard geïsoleerde geleiders en standaardkabels	D_{ca}	Gemiddeld	
	E_{ca}	Hoog	
Geïsoleerde geleiders en kabels zonder brandprestatie	F_{ca}	Zeer hoog	

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De geïsoleerde geleiders en kabels met de kenmerken aangegeven in *tabel 4.7.* mogen enkel geplaatst worden in de volgende situaties:

1. elektrische installaties die zich niet bevinden in de gebouwen;
2. elektrische installaties die zich niet bevinden in de civieltechnische werken;
3. elektrische installaties van een industrieel proces dat bestemd is om mechanisch of chemisch materialen, goederen of producten in grote hoeveelheid te produceren of om te vormen. Voorbeelden hiervan zijn: productielijn van een product, walserij, installatie van aardolieraffinage en bijhorend tankpark, …
   Een elektrische installatie die de algemene werking van een gebouw of een civieltechnisch werk verzekert, wordt niet als een elektrische installatie van een industrieel proces beschouwd. Zoals bijvoorbeeld:
   - verlichtingsinstallaties en stopcontacten;
   - HVAC-installaties;
   - informatica-installaties;
   - installaties van een autonome voedingsbron (stroomgenerator, fotovoltaïsche installatie, …);
   - elektrische installaties of gedeelten van elektrische installaties in een hoogspanningscabine die de installaties van een gebouw of een civieltechnisch werk voeden;
   - voeding van een beschermingsinstallatie tegen brand (detectie, alarm, …);
   - voeding van een bewakingsinstallatie (camera, inbraakdetectie, …);
   - voeding van heftoestellen (lift, goederenlift, …).
4. geïsoleerde geleiders of kabels, die in een gebouw of een civieltechnisch werk binnenkomen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
   - hun lengte, in het gebouw of in het civieltechnisch werk, 10 m niet overschrijdt;
   - hun installatie zich beperkt tot het eerste compartiment.

Tabel 4.7. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandreactie

Kenmerken		
F	Primaire brandreactie: kwalificeert de geschiktheid van de geïsoleerde geleider of kabel om de vuurhaard te verspreiden en onderscheidt zich in twee subcategorieën met stijgende *strengheid*, als volgt gekenmerkt:	
	F1	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels die, enkelvoudig gelegd en in de proefvoorwaarden, de vlam niet voortplanten en uit zichzelf doven op weinig afstand van de vuurhaard die hen doen ontvlammen heeft.
	F2	betreft de geïsoleerde geleiders of kabels F1 in bundel en in verticale positie die in de proefvoorwaarden de vlam niet voortplanten.
S	Secundaire brandreactie: kenmerkt de secundaire brandeffecten en kwalificeert de niet-metalen componenten van de geïsoleerde geleiders of kabels met betrekking tot de lichtondoorlatendheid van de rookgassen (subcategorie SD) en de zuurtegraad van de verbrandingsgassen (subcategorie SA).	
	SD	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen doorschijnend zijn
	SA	Geïsoleerde geleider of kabel waarvan de verbrandingsgassen niet corrosief zijn

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, voorschriften inzake het gebruik van deze geïsoleerde geleiders en kabels opleggen.

c. Brandweerstand van de geïsoleerde geleiders en kabels

De geïsoleerde geleiders en kabels hebben een brandweerstand die wordt aangeduid en beoordeeld overeenkomstig de kenmerken weergegeven in *tabel 4.8.* en ze mogen geplaatst worden in alle soorten ruimten. Voor de classificatie m.b.t. de brandreactie is de *tabel 4.7.* van toepassing.

Moeten niet aan de eisen beantwoorden inzake de kenmerken van *tabel 4.8.*:
- de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
- de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden en de schakel- en verdeelinrichtingen.

Tabel 4.8. Kenmerken van de geïsoleerde geleiders en kabels met betrekking tot hun brandweerstand

Kenmerken		
FR	Brandweerstand: kenmerkt de geschiktheid van een geïsoleerde geleider of kabel om in dienst te blijven in weerwil van een brandhaard. Deze categorie onderscheidt zich in twee subcategorieën:	
	FR1	heeft betrekking op proeven die toelaten het behoud van de elektrische functie te beoordelen bij laboratoriumomstandigheden (geïsoleerde geleider of kabel individueel getest)
	FR2	heeft betrekking op een proef die toelaat de tijdsduur te beoordelen gedurende dewelke het behoud van de elektrische functie verzekerd is (geïsoleerde geleider of kabel getest met draagstel en bevestiging)

De beproevingsvoorwaarden zijn weergegeven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de vereiste brandweerstand voor het functiebehoud hebben en indien de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten.

Onderafdeling 4.3.3.5. Beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Het elektrisch materieel

De keuze en de installatie van het elektrisch materieel moeten beantwoorden aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.1.2.* en *afdeling 5.2.8.*

Het elektrisch materieel geïnstalleerd op brandbare materialen is:
- hetzij voorzien van een omhulsel uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal;
- hetzij volledig gescheiden van deze brandbare materialen door elementen uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt of zelfdovend materiaal.

Elektrisch materieel waarbij gevaar bestaat voor concentratie of bundeling van warmte moet:
- hetzij geïnstalleerd worden op of binnen materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en dat een lage thermische warmtegeleiding bezit;
- hetzij voldoende ver van alle voorwerpen of delen van het bouwwerk worden verwijderd zodat deze geen gevolgen van een gevaarlijke warmteconcentratie of –bundeling ondervinden;

- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door materiaal dat dergelijke concentratie of bundeling van warmte verdraagt en een lage thermische warmtegeleiding bezit.

Indien elektrisch materieel, hetzij bij normale werking, hetzij bij beschadiging of verkeerd gebruik, gensters of vlammen kan voortbrengen, moet het:
- hetzij worden geïnstalleerd op voldoende afstand van alle voorwerpen of alle delen van het bouwwerk die het zou kunnen beschadigen;
- hetzij worden gescheiden van deze voorwerpen of delen van het bouwwerk door een thermisch isolerend scherm dat vervaardigd is uit onbrandbaar, onbrandbaar gemaakt, zelfdovend materiaal of materiaal dat weerstaat aan vlambogen;
- hetzij volledig worden omsloten door materialen die weerstaan aan vlambogen.

b. Geïsoleerde geleiders en kabels

b.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.*

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.* voldoen.

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste en de 2de alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.:*
- voor de ruimten BE3, en
- voor de volgende plaatsingswijzen: constructieruimte en sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt uit brandbaar materiaal.

b.2. Bij hoogspanning

De geïsoleerde geleiders en energiekabels beantwoorden ten minste aan de bepalingen van *afdeling 5.2.8.*

De geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste en de 2de alinea beantwoorden aan het kenmerk of de klasse van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.2.* voor de ruimten BE3.

c. Gevaarlijke lek- of foutstromen

Maatregelen moeten worden genomen om te verhinderen dat in normaal bedrijf of wegens een fout, een gevaarlijke lek- of foutstroom blijft bestaan. Deze maatregelen worden gecoördineerd met deze die worden genomen in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken en de bescherming tegen overstroom.

Onderafdeling 4.3.3.6. Bijkomende beschermingsmaatregelen tegen brand in de ruimten met verhoogd brandgevaar

a. Algemeenheden

De elektrische installaties in de ruimten BE2 en BE3 worden beperkt tot deze die noodzakelijk zijn voor de uitbating van de ruimten.

In ruimten gekenmerkt door BE2 mogen ook de geïsoleerde geleiders en kabels bedoeld in de 1ste alinea van *punt c.* van *onderafdeling 4.3.3.6.* geïnstalleerd worden.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloed BE3, zijn de voorschriften van *hoofdstuk 7.3.* van toepassing.

b. Het elektrisch materieel

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, het gebruik van bepaald elektrisch materieel verbieden in ruimten waar verhoogd brandgevaar aanwezig is.

Bij laagspanning en bij zeer lage spanning: In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):
- het elektrisch materieel is gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- het elektrisch materieel in deze ruimten is aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van

aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X, voor de verlichtingstoestellen wordt dit ten minste IP6X;
- de motoren die automatisch of vanop afstand worden bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.6.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd;
- bij gebruik van elektrische verwarming of ventilatie, moeten de aanwezigheid van stof en de luchttemperatuur zodanig zijn dat brandgevaar zich niet kan voordoen. De temperatuurbegrenzers moeten een manuele reset hebben. De elektrische verwarmingstoestellen moeten geplaatst worden op niet-brandbare materialen en deze in de nabijheid van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen moeten met aangepaste hindernissen worden uitgerust die de ontsteking van deze stoffen en vloeistoffen vermijden. De accumulatieverwarmingstoestellen moeten geïnstalleerd worden dat het transport van stoffen en/of vezels naar de verwarmingselementen vermeden wordt.

Bij hoogspanning: In plaatsen voor opslag en verwerking van brandbare stoffen en ontvlambare vloeistoffen met een vlampunt dat hoger is dan 55 °C (BE2):
- het elektrisch materieel is gebouwd opdat de temperatuur van zijn toegankelijke delen niet de ontsteking van de brandbare stoffen en de ontvlambare vloeistoffen in de nabijheid kan veroorzaken;
- het elektrisch materieel in deze ruimten is aangepast, in het bijzonder hun omhulsels. In geval van aanwezigheid van stof (AE4) moeten de omhulsels een beschermingsgraad hebben van ten minste IP5X;
- de motoren die automatisch of vanop afstand worden bediend of die niet voortdurend worden bewaakt, moeten tegen hoge temperaturen door beschermingsinrichtingen tegen overbelastingen met manuele reset of door analoge inrichtingen worden beschermd. De automatische reset is toegelaten volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.7.* (toestellen voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen). De motoren met een ster-driehoek aanloop, zonder automatische omschakeling van ster naar driehoek, moeten ook tegen de hoge temperaturen in de sterschakeling worden beschermd.

c. De geleiders en kabels in de ruimten BE2

De geïsoleerde geleiders en kabels die doorheen dergelijke ruimten lopen, maar die niet bestemd zijn voor de voeding van deze ruimten, mogen geen aftakkingen of verbindingen bevatten, tenzij deze aftakkingen of verbindingen zich in een omhulsel met een brandweerstand van ten minste ½ uur bevinden. Deze geïsoleerde geleiders en kabels moeten worden beschermd tegen overbelastingen en kortsluitingen door beschermingsinrichtingen die zich stroomopwaarts en buiten de betrokken ruimte bevinden.

De blanke geleiders mogen enkel geïnstalleerd worden in schakel- en verdeelborden en in schakel- en verdeelinrichtingen.

d. Gevaarlijke lek- of foutstromen

d.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Het gebruik van het TN-C-net is verboden in de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of BE3 en/of CA2.

In de ruimten gekenmerkt door de uitwendige invloeden BE2 en/of CA2 is het toegelaten dat het hoofdschakel- en verdeelbord in deze ruimten via een TN-C-net wordt gevoed.

In een IT-net, wanneer de automatische onderbreking een groter veiligheidsrisico inhoudt dan het risico te wijten aan de aanwezigheid van fout- of massafoutstromen, wordt een isolatiecontroletoestel voorzien dat aangesloten is op een doeltreffende meldinrichting. Organisatorische maatregelen zijn getroffen om onmiddellijk aan de gemelde gevaartoestand te verhelpen.

In een TN-S-net is het toegelaten geen differentieelstroominrichting te plaatsen voor de laagspanningsstroombanen voor zover:
- een bijkomende equipotentiale verbinding wordt geïnstalleerd met in dit geval een minimale doorsnede van 10 mm^2; en
- de verbindingspunten van de bijkomende equipotentiale verbinding en een massa van buitenuit zichtbaar zijn.

d.2. Bij hoogspanning

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit de te nemen maatregelen tegen lek- of foutstromen bepalen.

Onderafdeling 4.3.3.7. Bijzondere beschermingsmaatregelen tegen brand

a. Vorming van rook bij brand

Het gebruik van geïsoleerde geleiders en energiekabels met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 is verplicht voor de ruimten bedoeld in *tabel 4.9.*

Tabel 4.9. Ruimten die door de 1ste alinéa van punt a. van onderafdeling 4.3.3.7. bedoeld worden

Ruimten
Evacuatiewegen in bouwwerken (bijvoorbeeld trappenhallen en gangen) met uitzondering van deze gelegen binnen de wooneenheden
Lokalen voor het publiek toegankelijk die minimum 50 personen kunnen ontvangen (zalen voor seminaries, sporthallen, schouwspelzalen…)
Tunnels beschouwd als bouwkundige kunstwerken

De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van een risicoanalyse of wettelijke eisen bepalen dat andere ruimten, die niet door de *tabel 4.9.* bedoeld worden en waarvan de evacuatie van deze ruimten door de vorming van rook bij brand kan beïnvloed worden, het voorschrift van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* moeten respecteren.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten bedoeld door het voorschrift van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.7.* op en hij preciseert de referentie (risicoanalyse of wettelijke eis of *tabel 4.9.*) voor elke ruimte. De lijst van de evacuatiewegen en de moeilijk evacueerbare ruimten en de risicoanalyse worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met toezicht belaste ambtenaar.

Bij een gelijkvormigheidscontrole voor ingebruikname of een controlebezoek van een installatie wordt het evacuatieplan, dat de evacuatiewegen aanduidt, voorgelegd aan het erkend organisme belast met de controle of het bezoek.

De buizen, de open en gesloten goten, de kabelrekken, de verbindingen en de aftakdozen geïnstalleerd in de ruimten bedoeld in de voornoemde lijst die niet verzonken zijn, zijn halogeenvrij of bieden een veiligheidsniveau dat tenminste gelijkwaardig is.

Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De kabels van de stekerbare installaties (systemen van toestelverbindingsstopcontacten voor vaste aansluitingen) en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening moeten aan deze bepaling voldoen.

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - *ondergrondse kabels, of*
     - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
     - *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken, of*
     - *geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,*

     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:
     - *voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een*

aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;
- voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;
- voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.

2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelborden;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring.

De geïsoleerde geleiders en kabels (laagspanning en zeer lage spanning) die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullende verklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

Bij hoogspanning

Deze eis is niet van toepassing:

1. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
   - de uiteinden van:
     - ondergrondse kabels, of
     - kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen,
     aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt.
2. voor de geïsoleerde geleiders die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (geïsoleerde geleiders en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
3. voor de kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat voor het geheel (kabels en materiaal) een equivalent kenmerk (SA en SD) of klasse (a1 en s1) verzekert;
4. de interne bekabeling van de schakel- en verdeelinrichtingen;
5. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
6. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een productnorm.

De geïsoleerde geleiders en kabels (hoogspanning) die niet bestaan met de kenmerken SA en SD of met de aanvullendeverklaringen a1 en s1 moeten in overeenstemming met de uitzonderingen van *punten 1., 2.* en *3.* vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

b. Ruimten met een vermogentransformator op hoogspanning die een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

Constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden.

De scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) tussen een lokaal met een in *punt b.* bedoelde transformator en de belendende lokalen moeten een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Een van de volgende voorschriften is altijd van toepassing:
- ofwel moet de transformator individueel beschermd zijn tegen de thermische effecten veroorzaakt door interne defecten d.m.v. een doeltreffende elektrische beveiligingsinrichting;
  ofwel moet een afscheidingsput geïnstalleerd worden die het volume aan diëlektrische vloeistof van de transformator kan opvangen en er de natuurlijke doving van verzekert.

c. Ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning

Constructieve maatregelen zijn genomen om de concentratie van warmte in de ruimten met een droge vermogentransformator op hoogspanning te voorkomen.

De droge vermogentransformatoren zijn uitgerust met een beveiliging die de transformator uitschakelt wanneer zijn hoogste toegelaten temperatuur bereikt wordt.

In afwijking van de 2de alinea van *punt c.*, is het toegelaten de transformator niet uit te schakelen, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
- de transformator met een niet-betreedbaar omhulsel uitgerust is dat een voldoende bescherming biedt tegen rondvliegende onderdelen bij een interne explosie;
- de temperatuur van de transformator permanent bewaakt wordt;
- het overschrijden van de hoogste toegelaten temperatuur onmiddellijk wordt gemeld bij het exploitatiepersoneel;
- het exploitatiepersoneel voldoende gekwalificeerd en opgeleid is om de juiste maatregelen te nemen om schade aan de transformator te voorkomen;
- er voldoende tijd is om de noodzakelijke acties te nemen zodat de transformator manueel uitgeschakeld kan worden of de temperatuur van de transformator tot de normale bedrijfstemperatuur kan teruggebracht worden.

d. Ruimten met elektrisch materieel dat een brandbaar vloeibaar diëlektricum bevat

De voorschriften van *punt d.* betreffen niet de transformatoren bedoeld in *punt b.*

Wanneer, in eenzelfde lokaal, de totale hoeveelheid aan vloeibare diëlektrica met een vlampunt lager dan 300°C:
- ofwel meer is dan 25 l in een elektrische machine of toestel,
- ofwel meer is dan 50 l voor het geheel van alle elektrische machines of toestellen,

zijn de volgende voorschriften van toepassing:
- constructieve maatregelen zijn genomen om bij lekken de verspreiding van brandbare vloeibare diëlektrica te voorkomen. Hiervoor mogen geen brandbare materialen gebruikt worden;
- de scheidingselementen (wanden, vloeren, zolderingen, deuren, verluchtingsopeningen...) moeten tussen dit lokaal en de belendende lokalen een brandweerstand van minimum 1 uur hebben, overeenkomstig de door de Koning bekrachtigde of door de NBN geregistreerde normen of beantwoordend aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

e. Ruimten met batterij die een ontvlambaar elektrolyt bevat

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot deze ruimten bepalen.

De bijzondere voorschriften van *hoofdstuk 7.5.* (industriële accumulatorbatterijen) zijn ook van toepassing.

Afdeling 4.3.4. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Specifieke bepalingen zijn van toepassing op de elektrische installaties in ruimten met explosiegevaar (zie *hoofdstuk 7.3.*).

Hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom

Afdeling 4.4.1. Algemeenheden

Onderafdeling 4.4.1.1. Principe

De elektrische bescherming tegen overstromen moet vermijden dat het elektrisch materieel wordt doorlopen door stromen die schadelijk kunnen zijn voor het materieel zowel als voor de omgeving.

Deze bescherming moet gebeuren door een of meerdere toestellen die de stroom onderbreken vooraleer een opwarming kan ontstaan die gevaarlijk is voor de isolatie, de verbindingen, de geleiders en hun omgeving.

Onderafdeling 4.4.1.2. Overstromen

Overstromen in geleiders kunnen van drieërlei aard zijn, te weten:
1. overbelastingsstromen te wijten aan een verhoging van het door de gebruikstoestellen opgenomen vermogen tot boven normale capaciteit van de elektrische leiding, bijvoorbeeld:
   - als gevolg van het blokkeren van een gebruikstoestel wegens een mechanische overbelasting;
   - als gevolg van het aansluiten van bijkomende gebruikstoestellen zonder de doorsnede van de geleiders te vergroten;
   - als gevolg van het vervangen van bepaalde gebruikstoestellen door toestellen met groter vermogen, zonder de overeenkomstige aanpassing van de elektrische leiding uit te voeren;
2. impedante kortsluitstromen in elektrisch materieel; deze fouten, die een stroom veroorzaken met het karakter van een overbelastingsstroom, zijn afkomstig van de stroom door de ondeugdelijk geworden isolatie;
3. kortsluitstroom.

De overstromen, te wijten aan het niet aangepast zijn van de elektrische leidingen aan de gebruiksvoorwaarden, moeten verhinderd worden door het verzwaren van de elektrische voedingsleidingen.

Onderafdeling 4.4.1.3. Gemeenschappelijke beschermingsinrichting bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Een enkele inrichting mag geplaatst worden voor de bescherming tegen overbelasting en kortsluiting voor zover dat haar karakteristieken de functies opgelegd in de *onderafdelingen 4.4.2.1.* en *4.4.4.2.* verenigen.

Onderafdeling 4.4.1.4. In serie geplaatste beschermingsinrichtingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Indien de bescherming tegen overbelasting en tegen kortsluiting verzekerd wordt door afzonderlijke toestellen, moeten hun karakteristieken zo op elkaar afgestemd zijn dat de energie doorgelaten door de beschermingsinrichting tegen kortsluiting niet groter is dan de energie die de beschermingsinrichting tegen overbelasting en de beschermde elektrische leiding zonder beschadiging kunnen verdragen.

Het is toegelaten een beschermingsinrichting te gebruiken die een onderbrekingsvermogen heeft dat kleiner is dan de aangenomen kortsluitstroom op het punt van haar plaatsing. In dit geval moet echter stroomopwaarts een ander toestel geplaatst worden dat ten minste het nodige onderbrekingsvermogen bezit. Bovendien moeten de karakteristieken van het stroomopwaarts geplaatste toestel zo zijn dat de energie, die het doorlaat, niet groter is dan deze die het stroomafwaarts geplaatste toestel en de door dat toestel beschermde elektrische leidingen zonder beschadiging kunnen verdragen.

Wanneer meerdere beschermingsinrichtingen in serie worden geplaatst, kunnen ze op elkaar worden afgestemd zodat in geval van een kortsluiting stroomafwaarts, de beschermingsinrichting stroomopwaarts bijdraagt tot het beperken van de energie die door de stroomafwaarts geplaatste beschermingsinrichtingen vloeit tot een waarde die kleiner is dan deze welke de stroomafwaarts geplaatste inrichtingen en de door deze beschermingsinrichtingen beschermde elektrische leidingen kunnen weerstaan overeenkomstig *punt b.* van *onderafdeling 4.4.2.2.*

Wanneer de beschermingsinrichting stroomafwaarts een automatische schakelaar is en de beschermingsinrichting stroomopwaarts een smeltveiligheid of een automatische schakelaar is, laat deze techniek toe dat de stroomafwaarts geplaatste automatische schakelaar een versterkt ultiem onderbrekingsvermogen heeft.

Wanneer de in serie geplaatste beschermingsinrichtingen automatische schakelaars zijn, wordt de begeleidingsbescherming filiatie genoemd.

Om de karakteristieken van de filiatie te bepalen, is het noodzakelijk de filiatietabellen van de beschermingsinrichtingen, die werden opgesteld overeenkomstig de productnormen van de automatische schakelaars, op te vragen.

Onderafdeling 4.4.1.5. Toelaatbare stroom in elektrische leidingen

De toelaatbare stroom I_Z van een elektrische leiding is functie van:
- de doorsnede van de geleiders;
- de isolatie van de geleiders;
- de samenstelling van de elektrische leiding;
- de plaatsing en de omgeving van de elektrische leiding;
- de omgevingstemperatuur.

De toelaatbare stromen hebben een zodanige waarde dat, door de opwarming van de geleiders ten gevolge van het Joule-effect, de temperatuur van de isolatie niet groter wordt dan deze die de isolatie gedurende onbepaalde tijd kan verdragen zonder haar eigenschappen in gevaar te brengen.

Ze moeten volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.

Onderafdeling 4.4.1.6. Distributie- en transmissienetten

De bescherming tegen overstroom moet uitgevoerd worden overeenkomstig de onderafdelingen *4.4.2.1.*, *4.4.4.2.* en *5.2.4.2.*

Nochtans is het in de netten van de netbeheerders toegelaten de waarde van de toegelaten stroom Iz te bepalen volgens de regels van goed vakmanschap en rekening houdend met de uitbatingsvoorwaarden, zoals bij voorbeeld de cyclische belasting:

- ten aanzien van de bescherming tegen overbelasting en impedante kortsluitstromen kunnen de uitbatingsvoorwaarden ertoe leiden de levensduur van de kabelisolatie te beperken binnen de grenzen bepaald door de regels van goed vakmanschap;
- wat de kortsluitstromen betreft moet de bescherming ingrijpen binnen de kortst mogelijke tijd die verenigbaar is met de selectiviteit van de bescherming van het net.

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft legt bij besluit de bijzondere voorwaarden vast waaraan de netten van de netbeheerders moeten beantwoorden.

Onderafdeling 4.4.1.7. Aansluitingen voor netgebruikers

De aansluitingen voor netgebruikers moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 4.4.2. Bescherming tegen kortsluiting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.2.1. Beschermingsinrichting tegen kortsluiting

Het toestel dat de bescherming tegen kortsluiting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:

1. zijn onderbrekingsvermogen moet ten minste gelijk zijn aan de te verwachten kortsluitstroom op de plaats waar het toestel aangebracht is, zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap;
2. de werkingstijd van het toestel, dit wil zeggen de tijd nodig om de stroom te onderbreken die het gevolg is van een zuivere kortsluiting die zich in om het even welk punt van de stroombaan voordoet, mag niet groter zijn dan de tijd die nodig is om de temperatuur van de geleiders op hun toelaatbare waarde te brengen. Voor kortsluitingen met een duur van ten hoogste 5 seconden kan de tijd, die nodig is voor een kortsluitstroom om de temperatuur van de geleiders op de toelaatbare grens te brengen, afgeleid worden uit de volgende formule:

$$\sqrt{t} = \mathrm{k} \cdot \frac{S}{I}$$

Daarin is:

t: de tijd in seconden;
S: doorsnede van de geleiders in mm²;
I: stroomsterkte van de rechtstreekse kortsluiting, in A;
k: constante met een waarde die afhangt van de aard van het metaal van de geleiders en van hun isolatie; de verschillende waarden van k worden bij besluit vastgelegd door de Ministers die, respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

Onderafdeling 4.4.2.2. Plaats van de beschermingsinrichting

a. Principe

Een beschermingsinrichting tegen kortsluiting moet geplaatst worden aan het begin van elke stroombaan, samengesteld uit elektrische leidingen met dezelfde karakteristieken.

Er wordt echter toegestaan geen beschermingsinrichting tegen kortsluiting te voorzien bij het begin van een stroombaan op voorwaarde dat de stroomopwaarts geplaatste beschermingsinrichting ook de bescherming van deze stroombaan kan verzekeren.

b. Vrijstelling

In afwijking van *punt a.* hiervoor, mag de beschermingsinrichting geplaatst worden op de elektrische leiding tot op een afstand van maximum 3 m van het begin van de stroombaan, op voorwaarde dat:

- in het gedeelte van de elektrische leiding tussen het begin en de beschermingsinrichting geen enkel andere inrichting geschakeld is die oorzaak kan zijn van bijzondere verwarming zoals bijvoorbeeld verbindingen, aftakkingen, vermindering van doorsnede, apparatuur.
- het betrokken deel van de elektrischeleiding niet geplaatst wordt in de nabijheid van brandbare materialen.

Naast de reeds in *onderafdeling 5.2.4.2.* vermelde gevallen is het toegelaten elke kortsluitbeveiliging weg te laten als de elektrische leiding kort is en zodanig uitgevoerd dat:
- elk risico voor kortsluiting tot het minimum herleid is;
- de leiding verwijderd is van alle brandbaar materiaal.

Deze vrijstelling beoogt de hiernavolgende gevallen:
- de elektrische leidingen die generatoren, transformatoren, gelijkrichters, accumulatorbatterijen met hun respectievelijke bedieningsborden verbinden indien de beschermingsinrichtingen op deze borden geplaatst zijn;
- meetstroombanen, behalve voltmeterstroombanen van een bord dat zelf railstellen bevat.

c. Beschermde lengte van de elektrische leidingen

De maximumlengte van de beschermde elektrische leidingen moet bepaald worden volgens de regels van goed vakmanschap. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de te volgen regels dienaangaande vastleggen.

Afdeling 4.4.3. Bescherming tegen kortsluiting bij hoogspanning

Onderafdeling 4.4.3.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen kortsluiting door beschermingsinrichtingen die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.3.2. Onderbrekingsvermogen

De inrichting welke deze bescherming verzekert moet een onderbrekingsvermogen hebben dat ten minste gelijk is aan het kortsluitvermogen dat op de plaats van haar gebruik kan voorkomen. Indien dit niet het geval is, moet zij op haar beurt beschermd worden door een inrichting die een dergelijk onderbrekingsvermogen bezit.

Onderafdeling 4.4.3.3. Kortsluitvermogen

Het is toegelaten dat men het kortsluitvermogen waarvan sprake in *onderafdeling 4.4.3.2.* bepaalt door de toestand van het net tijdens een gemiddelde uitbatingsdag als basis te nemen zoals bepaald volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.3.4. Kortsluitstroom

Bovendien moeten elektrische machines, toestellen en leidingen zonder gevaar voor personen de belastingen kunnen verdragen die te wijten zijn aan de kortsluitstroom die hen kan doorlopen. De waarde van de in aanmerking te nemen kortsluitstroom moet rekening houden met het beperkend vermogen van de beschermingsinrichting.

Afdeling 4.4.4. Bescherming tegen overbelasting bij lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.4.1. Principe

Een beschermingsinrichting tegen overbelastingen moet in principe geplaatst worden waar een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling een vermindering van de waarde van de toegelaten stroom in de geleiders voor gevolg heeft.

Onderafdeling 4.4.4.2. Beschermingsinrichting tegen overbelasting

Het toestel dat de bescherming tegen overbelasting verzekert moet voldoen aan volgende twee voorwaarden:
1. zijn nominale stroom I_n moet groter zijn dan of gelijk aan de bedrijfsstroom I_B van de stroombaan en kleiner dan de toelaatbare stroom I_Z in de elektrische leiding die het beschermt;

2.a. de conventionele aanspreekstroom I_f, dit is de stroom die door de inrichting vloeit en haar uitschakeling tot gevolg heeft, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,45 maal de toelaatbare stroom I_Z.

2.b. de conventionele niet-aanspreekstroom I_{nf}, dit is de stroom die door de inrichting vloeit zonder haar uitschakeling tot gevolg te hebben, moet kleiner zijn dan of gelijk aan 1,15 maal de toelaatbare stroom I_Z.

In de praktijk is I_f gelijk aan de aanspreekstroom in de overeengekomen tijd voor de automatische schakelaars en aan de smeltstroom in de overeengekomen tijd voor de smeltveiligheden van het type gL.

Onderafdeling 4.4.4.3. Vrijstellingen

De inrichting die een leiding tegen overbelastingen beschermt mag evenwel geplaatst worden op het traject van deze elektrische leiding indien het deel van de leiding, gelegen tussen de verandering van doorsnede, aard, plaatsingswijze of samenstelling enerzijds en de beschermingsinrichting anderzijds, voldoet aan volgende voorwaarden:
- het gedeelte van de elektrische leiding mag noch aftakkingen noch contactdozen bevatten;
- de lengte van de elektrische leiding mag maximaal 3 m bedragen, ze moet uitgevoerd zijn om kortsluitrisico's tot een minimum te beperken en ze mag niet worden geplaatst in de nabijheid van brandbare materialen; indien haar lengte 3 m overtreft, moet ze beschermd worden tegen kortsluiting.

Uitgezonderd bij installaties in lokalen of plaatsen met de uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2, is het toegelaten naast de reeds in *onderafdeling 5.2.4.2.* aangegeven gevallen, in volgende gevallen van elektrische leidingen gevoed door een TT- of TN-netsysteem elke overbelastingsbeveiliging weg te laten:
- de elektrische leiding is stroomafwaarts gelegen van een verandering van doorsnede, van aard, van plaatsingswijze of van samenstelling en is doeltreffend beschermd tegen overbelasting door een stroomopwaarts geplaatste inrichting;
- de elektrische leiding kan niet doorlopen worden door een overbelastingsstroom, zij bevat noch aftakking, noch contactdoos en zij is beschermd tegen de kortsluiting.

Elke bescherming tegen overbelasting mag eveneens worden weggelaten in volgende gevallen:
- de elektrische leiding voedt een elektrische machine of gebruikstoestel met ingebouwde bescherming tegen overbelasting op voorwaarde dat zij aangepast is aan de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt een vast aangesloten elektrische machine of gebruikstoestel, niet vatbaar voor overbelastingen en niet beveiligd tegen overbelastingen, waarvan de bedrijfsstroom niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding zoals dit het geval is bij bepaalde verwarmingstoestellen of motoren waarvan de stroom bij geblokkeerde rotor niet groter is dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt meerdere individueel beveiligde aftakkingen, op voorwaarde dat de som van de nominale of ingestelde stromen van de beschermingsinrichtingen van de aftakkingen kleiner is dan de nominale of ingestelde stroom van de inrichting die de beschouwde elektrische leiding zou beschermen tegen overbelastingen;
- de elektrische leiding wordt gevoed door een bron waarvan de maximumstroom niet groter kan zijn dan de toelaatbare stroom in de elektrische leiding;
- de elektrische leiding voedt verlichtingstoestellen, indien het geheel uitgebaat is door een elektrische onderhoudsdienst en indien de doorsnede van de elektrische leiding bepaald is in functie van het totale maximumvermogen van de lampen en van de hulpmiddelen die de verlichtingstoestellen kunnen bevatten.

Als de elektrische leidingen gevoed worden door een net met IT-systeem dan is deze vrijstelling ondergeschikt aan de voorwaarde dat, hetzij in de bedoelde stroombaan geen fout kan ontstaan door het gebruik van materieel van de klasse II of materieel met een veiligheid gelijkwaardig met dit van de klasse II of door de uitvoering van de installatie volgens de beschermingsmaatregel «bijkomende isolatie bij het installeren» (zie *onderafdeling 2.4.2.2.*), hetzij de stroombaan doelmatig beschermd is door een differentieelstroominrichting.

Onderafdeling 4.4.4.4. Parallel verbonden elektrische leidingen

Indien meerdere elektrische leidingen parallel verbonden worden om een elementaire stroombaan te vormen mag een enkel beschermingstoestel gebruikt worden op voorwaarde dat alle elektrische leidingen dezelfde karakteristieken (aard, plaatsingswijze, lengte, doorsnede) hebben en ze geen aftakkingen hebben op hun traject. De waarde van de toelaatbare stroom die in aanmerking komt bij de keuze van het beschermingstoestel is de som van de toelaatbare stromen van elke elektrische leiding.

Afdeling 4.4.5. Bescherming tegen overstroom van de fasegeleiders en van de nulgeleider bij installaties op lage en zeer lage spanning

Onderafdeling 4.4.5.1. Onderbreking van de getroffen geleider

Alle fasegeleiders moeten beschermd zijn tegen overstroom. Deze bescherming moet de onderbreking veroorzaken van de geleider waarin de overstroom wordt waargenomen maar moet niet noodzakelijk de onderbreking veroorzaken van de andere actieve geleiders.

Indien de onderbreking van één enkele fase gevaar kan opleveren, bijvoorbeeld in geval van driefasige motoren, moeten gepaste maatregelen genomen worden.

Onderafdeling 4.4.5.2. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met niet-verdeelde nulgeleider

In installaties, gevoed door een net met TT- of TN-systeem waarin de nulgeleider niet verdeeld is, hoeft de bescherming tegen overstroom niet voorzien te zijn op één van de fasegeleiders onder voorbehoud dat volgende voorwaarden gelijktijdig vervuld worden:
- stroomopwaarts of op hetzelfde niveau moet er een differentieelstroominrichting bestaan die de onderbreking veroorzaakt van alle fasegeleiders;
- nulgeleiders mogen niet verdeeld worden vanaf een kunstmatig nulpunt in de stroomafwaarts gelegen stroombaan van het onder hoger vermeld streepje aangegeven beschermingstoestel.

Onderafdeling 4.4.5.3. Driefasige stroombanen in TT- en TN-netten met verdeelde nulgeleider

De bescherming van de nulgeleider geschiedt volgens de volgende voorwaarden:
- het is niet noodzakelijk een bescherming tegen overstroom noch een onderbrekingstoestel te voorzien voor de nulgeleider indien de doorsnede van deze nulgeleider ten minste gelijk of evenwaardig is aan deze van de fasegeleiders;
- wanneer de doorsnede van de nulgeleider kleiner is dan of niet ten minste evenwaardig is aan deze van de fasegeleiders, moet een bescherming tegen overstroom op de nulgeleider voorzien worden die aangepast is aan de doorsnede van deze geleider. Deze bescherming veroorzaakt de onderbreking van de fasegeleiders, maar niet noodzakelijk van de nulgeleider. In dat geval echter is het toegelaten de bescherming tegen overstroom niet te voorzien op de nulgeleider als aan volgende voorwaarden gelijktijdig voldaan wordt:
  - de nulgeleider moet beschermd zijn tegen kortsluiting door de beschermingsinrichting op de fasegeleiders van de stroombaan;
  - de maximumstroom die door de nulgeleider kan vloeien bij normaal gebruik moet kleiner zijn dan de waarde van de toelaatbare stroom in deze geleider.

Onderafdeling 4.4.5.4. IT-net met verdeelde nulgeleider

In installaties gevoed door een IT-net is de nulgeleider in principe niet verdeeld. Indien het echter om functionele redenen noodzakelijk is de nulgeleider te verdelen, moet een bescherming tegen overstroom voorzien worden op de nulgeleider van elke stroombaan. Deze bescherming moet de onderbreking van al de actieve geleiders van de overeenstemmende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, tot gevolg hebben.

Deze schikking is niet noodzakelijk:
- hetzij als de beschouwde stroombaan beschermd is door een differentieelstroominrichting waarvan de aanspreekstroom kleiner is dan of gelijk is aan 0,15 maal de toegelaten stroom in de overeenstemmende nulgeleider en die alle actieve geleiders van de overeenkomende stroombaan, de nulgeleider inbegrepen, onderbreekt;
- hetzij als de nulgeleider stroomopwaarts beschermd is door een beschermingsinrichting tegen kortsluiting.

Onderafdeling 4.4.5.5. PEN-geleider

Indien de nulgeleider tegelijkertijd de functie van beschermingsgeleider vervult is het verboden deze te onderbreken.

Onderafdeling 4.4.5.6. Onderbrekingsvolgorde van de fasegeleiders en de nulgeleider

Wanneer de onderbreking van de nulgeleider voorgeschreven is, moet de onderbreking en sluiting van de geleiders zo zijn dat de nulgeleider nooit vroeger onderbroken wordt dan de fasegeleiders en dat hij gesloten wordt gelijktijdig of eerder dan de fasegeleiders.

Afdeling 4.4.6. Bescherming tegen overbelasting bij hoogspanning

Onderafdeling 4.4.6.1. Principe

Elektrisch materieel moet beschermd worden tegen overbelasting door beschermingsinrichtingen met karakteristieken die aangepast zijn aan het bijzonder karakter van dit materieel volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 4.4.6.2. Uitzonderingen

Er wordt toegelaten een dergelijke beschermingsinrichting weg te laten:
- in het geval van elektrische machines of toestellen die constructief beschermd zijn tegen een abnormale stijging van de stroomsterkte of die beschermd zijn door speciale inrichtingen;
- stroomopwaarts van een transformator indien een dergelijke inrichting stroomafwaarts is geplaatst;
- in de voedingsstroombanen van meettransformatoren;
- in de bekrachtigingsstroombanen van generatoren of van motoren;
- in het geval van transformatoren met een maximumvermogen van 400 kVA die uitgebaat worden door verdelers van elektrische energie en geïnstalleerd zijn in plaatsen waar geen verhitting te vrezen is die gevaarlijk is voor personen of goederen.

Voor de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, wordt er ook toegelaten een dergelijke beschermingsinrichting weg te laten, mits voldaan is aan de volgende voorwaarden:
- deze installaties permanent bewaakt worden;
- een overbelasting onmiddellijk gemeld wordt bij het exploitatiepersoneel;
- het exploitatiepersoneel voldoende gekwalificeerd en opgeleid is om te juiste handelingen te treffen om schade aan de installatie te voorkomen;
- er voldoende tijd is om de noodzakelijke acties te nemen zodat de overbelasting afgeschakeld kan worden of tot de normale bedrijfsbelasting kan teruggebracht worden.

Hoofdstuk 4.5. Bescherming tegen overspanning

Afdeling 4.5.1. Algemeen principe

Personen en goederen moeten volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap beschermd worden tegen de schadelijke gevolgen van:
- een fout die kan voorkomen tussen de onder spanning staande delen van stroombanen op verschillende spanningen;
- overspanningen te wijten aan andere oorzaken, bijvoorbeeld atmosferische verschijnselen of eventuele overspanningen bij het schakelen.

De toestellen moeten derwijze uitgevoerd en geplaatst worden dat personen en goederen door hun werking niet in gevaar worden gebracht.

Afdeling 4.5.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 4.5.2.1. Voorzorgsmaatregelen bij het installeren

De elektrische installatie op laagspanning en op zeer lage spanning moet zodanig uitgevoerd worden dat de diëlektrische belasting, waaraan ze onderworpen kan worden, beperkt wordt teneinde een overslag naar de aarde te vermijden.

Onderafdeling 4.5.2.2. Overspanningsbegrenzer in IT-netten

In IT-netten moet, indien nodig, een overspanningsbegrenzer aangesloten worden op het beginpunt van de installatie tussen de aardverbinding van de installaties en hetzij de nulgeleider, hetzij een fasegeleider.

Onderafdeling 4.5.2.3. Gemeenschappelijke buizen voor energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders

Het is verboden energiegeleiders en telecommunicatiegeleiders naast elkaar aan te brengen zonder er een scherm tussen te plaatsen, behalve wanneer het allebei kabels zijn. Deze vereiste is niet van toepassing voor telecommunicatiegeleiders als zij elektrische machines, toestellen of leidingen verbinden gelegen in ruimten van de elektrische dienst of in niet voor het publiek toegankelijke gewone ruimten.

Hoofdstuk 4.6. Bescherming tegen bepaalde andere uitwerkingen

Afdeling 4.6.1. Bescherming tegen de effecten van spanningsdalingen

Er moeten schikkingen getroffen worden opdat een belangrijke spanningsdaling of het verdwijnen van de spanning en haar terugkeer geen gevaar voor personen of goederen kan opleveren.

Beschermingsinrichtingen tegen de uitwerkingen van spanningsdaling of wegvallen van de spanning zijn noodzakelijk in installaties van gebouwen waarin veiligheidsverbruikers zijn voorzien en ze zijn eventueel noodzakelijk (bij het gebruik van een eventuele vervangingsbron in geval van het uitvallen van de normale bron) in installaties van gebouwen waarin kritische verbruikers zijn voorzien. Deze inrichtingen verzekeren zo nodig het inschakelen van veiligheidsbronnen of vervangingsbronnen en de voeding van de overeenstemmende elektrische machines en toestellen als de spanningsdaling de drempelwaarde van hun correcte werking overschreden heeft.

Afdeling 4.6.2. Bescherming tegen biologische effecten van elektrische en magnetische velden

Indien blijkt dat schadelijke biologische uitwerkingen worden veroorzaakt door elektrische en magnetische velden op het menselijk organisme, zullen de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, bij besluit, de te nemen veiligheidsmaatregelen vastleggen en dit ieder voor wat hem betreft.

De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit vastleggen:
- de te nemen maatregelen om de rechtstreekse of onrechtstreekse uitwerking van elektrische en magnetische velden die worden voortgebracht door lijnen voor transmissie en distributie van elektrische energie op mens en huisdier, evenals op elektrische en/of elektronische toestellen of uitrustingen te beperken;
- de methodes om elektrische en magnetische velden te meten;
- de voorwaarden waaraan de toestellen voor meting van elektrische en magnetische velden moeten voldoen, evenals hun ijkprocedure;
- de voorwaarden waaraan de computerprogramma's moeten beantwoorden die worden gebruikt bij het voorafgaandelijk berekenen van de waarden van de elektrische en magnetische velden, evenals hun te volgen erkenningsprocedure.

De waarde van het elektrisch veld in normale bedrijfsomstandigheden, opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie moet lager zijn dan waarden aangeduid in *tabel 4.10.*, gemeten op 1.5 meter van de grond of woningen:

Tabel 4.10. Maximale waarde van het niet-gestoorde elektrische veld

Plaats	Maximale waarde
In woongebieden of in gebieden voor woongebied bestemd volgens het gewestplan	5kV/m
In overspanning van wegen	7kV/m
Op andere plaatsen	10kV/m

Worden geaard de metalen onderdelen die, door hun aanwezigheid in het elektrisch veld opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie, op een potentiaal worden gebracht die in een bestendig regime een contactstroom geeft van ten minste 1 mA.

Afdeling 4.6.3. Bescherming tegen besmettingsrisico's

De vereiste voorzorgen moeten, indien nodig, genomen worden om te vermijden dat bij een fout de behandelde producten door het elektrisch materieel, bijvoorbeeld bij het stukgaan van lampen of bij het lekken van vloeibare diëlektrica, zouden besmet worden.

Afdeling 4.6.4. Bescherming tegen risico's te wijten aan bewegingen

Wanneer het gaat om broze constructies of om constructies die onderhevig kunnen zijn aan beschadigingen die aan bewegingen te wijten zijn, moeten de elektrische installaties of delen ervan van die aard zijn dat ze de vervormingen kunnen opvangen zonder te worden beschadigd.

Deel 5. Keuze en gebruik van het materieel

HOOFDSTUK 5.1. GEMEENSCHAPPELIJKE REGELS VOOR AL HET MATERIEEL 109
Afdeling 5.1.1. Algemeenheden 109
Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen 109
Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand 109
Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied 109
Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen 109
Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden 109
Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering voor het hoogspanningsmaterieel 109
Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen bij laagspanning 110
Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden 110
Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel 110
Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen 110
Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen 110
Afdeling 5.1.6. Markering 110
Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrische machines en toestellen 110
Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders bij laagspanning en bij zeer lage spanning 110
HOOFDSTUK 5.2. AANVULLENDE REGELS VOOR DE LEIDINGEN 111
Afdeling 5.2.1. Algemeenheden 111
Onderafdeling 5.2.1.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 111
Onderafdeling 5.2.1.2. Bij hoogspanning 113
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen 113
Onderafdeling 5.2.2.1. Plaatsingswijzen voor alle spanningsgebieden 113
Onderafdeling 5.2.2.2. Plaatsingswijzen voor laagspanning 114
Onderafdeling 5.2.2.3. Plaatsingswijzen bij zeer lage spanning 118
Onderafdeling 5.2.2.4. Plaatsingswijzen bij zeer lage veiligheidsspanning 118
Onderafdeling 5.2.2.5. Plaatsingswijzen bij hoogspanning 118
Onderafdeling 5.2.2.6. Bijkomende plaatsingswijze 121
Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden 121
Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA) 121
Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD) 121
Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF) 121
Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG) 122
Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH) 122
Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL) 122
Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN) 122
Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC) 122
Onderafdeling 5.2.3.9. In functie de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB) 122
Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders 123
Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden 123
Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied 123
Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van

luchtlijnen 123
Afdeling 5.2.5. Spanningsval....123
Afdeling 5.2.6. Verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning....124
Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden....124
Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties....124
Afdeling 5.2.7. Verbindingen bij hoogspanning....125
Afdeling 5.2.8. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding....125
Onderafdeling 5.2.8.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning....125
Onderafdeling 5.2.8.2. Bij hoogspanning....127
Afdeling 5.2.9. Nabijheid van andere leidingen....128
Onderafdeling 5.2.9.1. Algemeenheden....128
Onderafdeling 5.2.9.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning....128
Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen....128
Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen....128
Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen....128
Onderafdeling 5.2.10.3. Buizen in magnetisch metaal bij hoogspanning....131
Onderafdeling 5.2.10.4. Bijzondere regels bij laagspanning en bij zeer lage spanning....131
HOOFDSTUK 5.3. ELEKTRISCHE APPARATUUR (BESCHERMING, BEDIENING, SCHEIDING EN TOEZICHT)....137
Afdeling 5.3.1. Algemeenheden....137
Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden....137
Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)....137
Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)....137
Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE) 138
Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF)....138
Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)....138
Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)....139
Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)....139
Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)....139
Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA)....139
Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)....140
Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)....140
Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE)....140
Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA)....140
Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB)....140
Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen....140
Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking....140
Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden bij hoogspanning....144
Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing....145
Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies....146
Onderafdeling 5.3.3.5. Voorschriften voor stopcontacten bij laagspanning en bij zeer lage spanning....146
Onderafdeling 5.3.3.6. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)....146
Onderafdeling 5.3.3.7. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen (Bij hoogspanning)....147

Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen gevoed op laagspanning en op zeer lage spanning ..148
Onderafdeling 5.3.4.1. Verlichtingstoestellen 148
Onderafdeling 5.3.4.2. Verwarmingstoestellen 149
Onderafdeling 5.3.4.3. Haspels 150
Onderafdeling 5.3.4.4. Verlengsnoeren 150
Onderafdeling 5.3.4.5. Draagbaar gereedschap met motor 150
Afdeling 5.3.5. Installatiematerieel bij laagspanning en bij zeer lage spanning....150
Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden 150
Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten....150
Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen 151
Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen 152
Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden, automatische schakelaars 153
Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties bij laagspanning 155
Onderafdeling 5.3.6.1. Algemene voorschriften 155
Onderafdeling 5.3.6.2. Bedienings- en verdeelinrichtingen 155
Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen 156
Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden....156
Onderafdeling 5.3.7.2. Aarding van hoogspanningsmeetstroombanen....156
Onderafdeling 5.3.7.3. Hoogspanningsmeetstroombanen....156
Onderafdeling 5.3.7.4. Stroommeetstroombanen 156
HOOFDSTUK 5.4. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING 157
Afdeling 5.4.1. Algemeenheden 157
Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties 157
Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding....157
Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider....157
Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders....157
Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders....157
Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 158
Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders 159
Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders 159
Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit 159
Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel....159
Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen 159
Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen 159
Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen....160
HOOFDSTUK 5.5. AARDINGEN, BESCHERMINGSGELEIDERS EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN BIJ HOOGSPANNING 160
Afdeling 5.5.1. Basisvereisten....160
Onderafdeling 5.5.1.1. Algemeenheden....160
Onderafdeling 5.5.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden 161
Onderafdeling 5.5.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen 161
Afdeling 5.5.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen 163
Onderafdeling 5.5.2.1. Algemeenheden....163
Onderafdeling 5.5.2.2. Kenmerken....164
Onderafdeling 5.5.2.3. Globale aarding 165
Afdeling 5.5.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders 166
Onderafdeling 5.5.3.1. Aard van de geleiders....166
Onderafdeling 5.5.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders 166
Onderafdeling 5.5.3.3. Installeren van de geleiders 166
Onderafdeling 5.5.3.4. Merken van de geleiders 167
Onderafdeling 5.5.3.5. Verbinding van de geleiders met het elektrisch materieel 167

HOOFDSTUK 5.6. VEILIGHEIDSINSTALLATIES (BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING)....167
Afdeling 5.6.1. Algemeenheden 167
Afdeling 5.6.2. Doelen 168
Afdeling 5.6.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties 168
Afdeling 5.6.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers .168
Afdeling 5.6.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron....168
Onderafdeling 5.6.5.1. Veiligheidsverbuikers met geïntegreerde veiligheidsbron....168
Onderafdeling 5.6.5.2. Veiligheidsverbuikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron....169
Afdeling 5.6.6. Maatregelen te nemen bij een brand....170
Onderafdeling 5.6.6.1. Algemeenheden....170
Onderafdeling 5.6.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron....170
Onderafdeling 5.6.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd)....170
Onderafdeling 5.6.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen....171
Afdeling 5.6.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout....172
Onderafdeling 5.6.7.1. Algemeenheden....172
Onderafdeling 5.6.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen....172
Onderafdeling 5.6.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen ...173
Onderafdeling 5.6.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen....173
Onderafdeling 5.6.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen....173
Afdeling 5.6.8. Bijzondere voorschriften....174
HOOFDSTUK 5.7. KRITISCHE INSTALLATIES (BIJ LAAGSPANNING EN BIJ ZEER LAGE SPANNING)175
Afdeling 5.7.1. Algemeenheden 175
Afdeling 5.7.2. Te nemen beschermingsmaatregelen....176
Onderafdeling 5.7.2.1. Algemeenheden....176
Onderafdeling 5.7.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron....176
Onderafdeling 5.7.2.3. Bij een brand....176
Onderafdeling 5.7.2.4. Bij een elektrische fout....177
Onderafdeling 5.7.2.5. Bijzondere voorschriften....178

Hoofdstuk 5.1. Gemeenschappelijke regels voor al het materieel

Afdeling 5.1.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.1.1.1. Veiligheidsdoelstellingen

Het elektrisch materieel moet gekozen en geïnstalleerd worden om te voldoen aan:

- de voorschriften van dit Boek;
- de voorwaarden van de te verwachten uitwendige invloeden;

zodat personen en goederen geen gevaar zouden lopen.

Onderafdeling 5.1.1.2. Algemeenheden met betrekking tot de voorzorgsmaatregelen tegen brand

Het elektrisch materieel moet zodanig gekozen en geïnstalleerd worden dat er geen gevaar bestaat enerzijds voor personen anderzijds voor voorwerpen en materiaal in de nabijheid. Bijzondere aandacht dient te worden besteed aan de aansluitingen en verbindingen van het elektrisch materieel.

Het elektrisch materieel moet zo opgevat en geïnstalleerd worden dat de warmteafgifte, voortgebracht in normaal bedrijf door dit elektrisch materieel, niet wordt gehinderd.

Indien natuurlijke verluchting niet volstaat om een overmatige warmteconcentratie te vermijden moet een gepast warmteafvoersysteem worden voorzien.

In het kader van de beveiliging tegen brand zijn bijkomende regels gedefinieerd in de *afdeling 4.3.3.*

Afdeling 5.1.2. Toepassingsgebied

Deze voorschriften zijn van toepassing op:
- elektrisch materieel voor zeer lage spanning;
- elektrisch materieel voor laagspanning;
- elektrisch materieel voor hoogspanning.

Afdeling 5.1.3. Conformiteit met de normen

Onderafdeling 5.1.3.1. Algemeenheden

De fundamentele principes voor het elektrisch materieel zijn bepaald in afdeling *1.4.2*.

Elektrisch materieel wordt verondersteld de vereiste veiligheid te bieden:
- hetzij wanneer het overeenkomstig is met de criteria bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek IX, Veiligheid van producten en diensten, wat betreft het op de markt brengen van niet-gereglementeerd elektrisch materieel en in zijn uitvoeringshandelingen;
- voor elektrisch materieel voor hoogspanning dat deel uitmaakt van een geheel dat met goed resultaat de proeven van het isoleringsniveau heeft doorstaan en voorzien is van een kenplaat waarop de spanningen, tijdens deze proeven aangewend, zijn aangeduid. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, stellen ieder voor wat hem betreft, eventueel per geval, bij besluit, de voorwaarden van deze proeven vast.

Onderafdeling 5.1.3.2. Uitzondering voor het hoogspanningsmaterieel

Indien het hoogspanningsmaterieel niet voldoet aan de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, moet het zodanig ontworpen, vervaardigd en geplaatst zijn dat de luchtafstand tussen de blanke delen onder spanning, tussen deze delen en de massa of tussen blanke onder spanning staande delen van een zelfde fase wanneer ze in geopende stand gescheiden zijn, ten minste gelijk is aan:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Daarin is:
- *d: de voorgenoemde afstand in mm;*
- U_N: de nominale spanning tussen fasen van het toestel uitgedrukt in kV en afgerond naar de hogere eenheid.

Wanneer de blanke oppervlakken door een of meerdere isolerende stoffen andere dan de lucht geïsoleerd zijn, het luchtledige inbegrepen, moet het isolatiepeil dat voortvloeit uit de kleinere afstanden die bestaan tussen de in het voorgaande lid vermelde delen ten minste gelijk zijn aan dit tot

stand gebracht door de luchtafstanden die voortvloeien uit de toepassing van de formule van het voorgaande lid.

Onderafdeling 5.1.3.3. Differentieelstroominrichtingen bij laagspanning

De differentieelstroominrichtingen moeten voldoen hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein, hetzij aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Afdeling 5.1.4. Keuze en gebruik in functie van de uitwendige invloeden

De keuze en het gebruik van elektrisch materieel geschieden in functie van de aanwezige uitwendige invloeden in overeenstemming met de door de Ministers, die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder wat hem betreft, getroffen besluiten of bij ontstentenis daarvan, in akkoord met de vertegenwoordiger van het in *hoofdstuk 6.3.* bedoeld erkend keuringsorganisme.

Wanneer verschillende uitwendige invloeden zich gelijktijdig kunnen voordoen, kunnen hun gevolgen onafhankelijk zijn of elkaar onderling beïnvloeden en, in dit geval, de keuze van de beschermingsgraad wijzigen.

Wanneer nochtans het elektrisch materieel door constructie de vereiste eigenschappen niet bezit, mag het toch gebruikt worden op voorwaarde dat het bij het installeren wordt voorzien van een bijkomende bescherming waardoor gelijkwaardige eigenschappen verzekerd worden. Deze bijkomende bescherming mag de werking van het aldus beschermd elektrisch materieel niet schaden.

Afdeling 5.1.5. Toegankelijkheid van het elektrisch materieel

Onderafdeling 5.1.5.1. Elektrische machines en toestellen

De elektrische machines en toestellen moeten zo ontworpen en geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is. Deze vereiste geldt eveneens wanneer elektrische machines en toestellen geïnstalleerd zijn in omhulsels of vakken van omhulsels.

Onderafdeling 5.1.5.2. Elektrische leidingen

Elektrische leidingen moeten derwijze geplaatst worden dat steeds hun isolatie kan gemeten worden, na zo nodig buitenspanningstelling, en dat de plaats van eventuele fouten alsook de juiste aard van de toevallige fouten kan bepaald worden.

Afdeling 5.1.6. Markering

Onderafdeling 5.1.6.1. Identificatie van elektrische machines en toestellen

Aanduidingen laten toe de bestemming van elektrische machines en toestellen te herkennen tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

Onderafdeling 5.1.6.2. Kleurcode van geïsoleerde geleiders bij laagspanning en bij zeer lage spanning

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

Met uitzondering van halfvlakke VTLBp-kabels moet de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleider, gemerkt door de blauwe kleur, voorbehouden worden aan de nul- of compensatorgeleider (N) in de stroombanen die zulk een geleider bezitten.

Wanneer de stroombaan geen nulgeleider bevat, mag de blauwe geleider van meerpolige kabels voor een ander doel gebruikt worden, behalve als beschermingsgeleider.

Hoofdstuk 5.2. Aanvullende regels voor de leidingen

Afdeling 5.2.1. Algemeenheden

Onderafdeling 5.2.1.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Identificatiecode van elektrische leidingen

De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Keuze van elektrische leidingen

De elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, en in het bijzonder hun doorsneden, worden derwijze gekozen dat:
- tenzij tegenstrijdige omschrijving bepaald in dit Boek, hun toegelaten stroom I_z, zoals bepaald in *onderafdeling 4.4.1.5.*, ten minste gelijk is aan de bedrijfsstroom I_B van de beschouwde stroombaan;
- de spanningsval onder de normale bedrijfsvoorwaarden verenigbaar is met de bedrijfszekere werking van de gevoede elektrische machines en toestellen;
- de elektrodynamische invloeden die kunnen voorkomen in geval van kortsluiting de veiligheid niet in gevaar brengen;
- de andere mechanische invloeden, voorzien in de regels van goed vakmanschap, ze niet beschadigen;
- de waarde van de impedantie van de stroombaan verenigbaar is met de werking van de beveiliging opgelegd door dit Boek.

De Ministers die bevoegdheid hebben respectievelijk over Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk mogen, bij besluit, de dienaangaande te volgen regels vastleggen.

Het is verboden voor de normale transmissie van elektrische energie als geleider te gebruiken:
- water- of gasleidingen;
- metalen delen van een constructie;
- de metalen omhulsels van geïsoleerde elektrische geleiders;
- verwarmingsbanen;
- de grond.

De elektrische leidingen worden gekozen in functie van de aanwezige uitwendige invloeden en de karakteristieken van de installatie (spanning, stroom, vermogen, compatibiliteit…).

Voor de elektrische leidingen die geen integrerend deel uitmaken van een elektrische machine of toestel, wordt het gebruik van geïsoleerde geleiders met een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² verboden.

Nochtans worden uitzonderingen toegestaan voor de geleiders van de elektrische leidingen, opgenomen in *tabel 5.1.*

Tabel 5.1. Elektrische leidingen waarvan de geleiders een doorsnede kleiner dan 2,5 mm² mogen hebben

Minimale doorsnede (mm²)	*Elektrische leidingen*
1,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen zonder contactdoos, met uitzondering van één enkele contactdoos met een nominale stroomsterkte van 2,5 A ingebouwd in verlichtingsarmaturen.
1	Elektrische leidingen die deel uitmaken van stroombanen ingebouwd in schakel- en verdeelborden en die enkel een stopcontact voeden. De beschermingsinrichtingen van deze elektrische leidingen moeten aangepast worden voor de doorsnede van deze elektrische leidingen.
0,75	
0,5	Elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen.

c. Plaatsing van de geleiders

Een meeraderige kabel of een groepering van geleiders mogen stroombanen op verschillende spanningen bevatten op voorwaarde dat de geleiders geïsoleerd zijn, hetzij individueel, hetzij collectief, voor de hoogst voorkomende spanning.

In dat geval moeten maatregelen genomen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap om te vermijden dat bij een eventueel galvanisch contact tussen geleiders van verschillende stroombanen de veiligheid van personen evenals het behoud van de goederen in gevaar wordt gebracht.

De éénaderige kabels en de geïsoleerde geleiders behorend tot eenzelfde stroombaan moeten in de onmiddellijke nabijheid van elkaar geplaatst worden. Deze regel is eveneens van toepassing op de bijhorende bescherm[2]ingsgeleider.

d. Isolatie van de geleiders

d.1. Algemeenheden

In gewone ruimten moeten alle actieve geleiders van elektrische leidingen in principe samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze met behulp van een continue bekleding geïsoleerd zijn.

Anderzijds moeten de geprefabriceerde leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Het is evenwel toegelaten blanke actieve geleiders te gebruiken mits eerbiediging van de voorschriften met betrekking tot de gedeeltelijke bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking hetzij door het buiten bereik stellen door middel van verwijdering volgens de voorschriften van *4.2.2.1.d.1.,* hetzij door middel van hindernissen volgens de voorschriften van *4.2.2.1.e.1.*

d.2. Specifieke voorschriften voor installatie op ZLVS en op ZLBS

In de binneninstallaties moeten alle actieve geleiders samengesteld zijn uit geleiders die op een zekere en duurzame wijze geïsoleerd zijn. Het is evenwel toegelaten blanke geleiders te gebruiken:
- wanneer de voorschriften van *4.2.2.1.h.* de bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking geëerbiedigd worden;
- voor het gebruik van geprefabriceerde leidingen, indien ze conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of indien ze beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Mechanische weerstand - doorvoeren

De plaatsing van de elektrische leidingen moet zodanig uitgevoerd worden dat ze een voldoende mechanische weerstand behouden, rekening houdend met de belastingsomstandigheden waaraan ze blootgesteld worden.

Elektrische leidingen die bijzonder aan mechanische beschadigingen blootgesteld zijn, moeten van het gepantserd type zijn of voorzien worden van een speciale bescherming die hen hiertegen vrijwaart.

Voor de doorvoeren tussen lokalen welke belangrijke verschillen in hygrometrische toestand vertonen, moeten speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden om het indringen en de condensatie van water in de doorvoeren te vermijden. Indien de doorvoeren uitgevoerd worden door middel van niet-afgedichte buizen moeten deze afhellen naar het vochtigste lokaal en worden ze derwijze geplaatst dat de geleiders vrij geventileerd worden.

Dezelfde voorzorgsmaatregelen moeten genomen worden voor de doorvoeren naar buiten.

De doorvoeren die uitmonden in een lokaal met de uitwendige invloeden BE2 en/of AF4 moeten langs de zijde van dit lokaal afgedicht worden.

Bij doorvoeren van vloeren moet ter hoogte van de afgewerkte vloer de bescherming van de elektrische leiding verzekerd worden tegen mechanische beschadiging en vloeistoffen die op de afgewerkte vloer kunnen uitgegoten worden. Indien de doorvoer wordt uitgevoerd als in buizen geplaatste geleiders zijn deze waterdicht en hun bovenkant steekt boven de vloer uit op een hoogte ten minste gelijk aan deze van de plinten indien aanwezig en met een minimum van 10 cm.

Onderafdeling 5.2.1.2. Bij hoogspanning

De elektrische leidingen moeten geplaatst worden overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, bepaalde plaatsingswijzen van elektrische geleiders en leidingen toelaten, en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

De identificatiecode van de elektrische leidingen wordt bepaald door de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

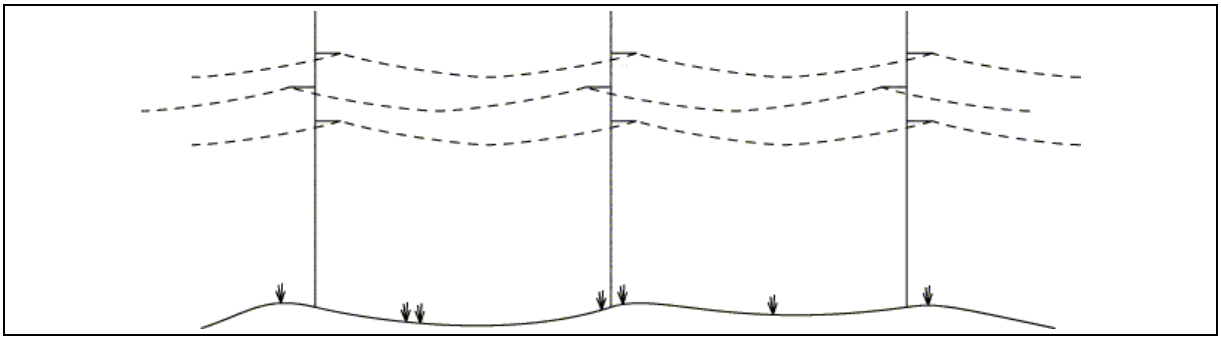
Afdeling 5.2.2. Plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.2.1. Plaatsingswijzen voor alle spanningsgebieden

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. als luchtlijnen;

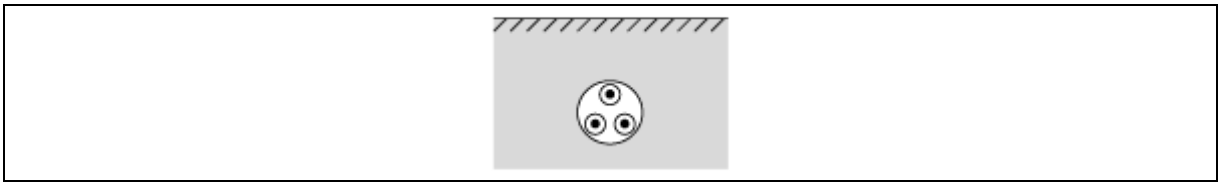
Figuur 5.1. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Luchtlijnen



b. als ondergrondse elektrische leidingen;

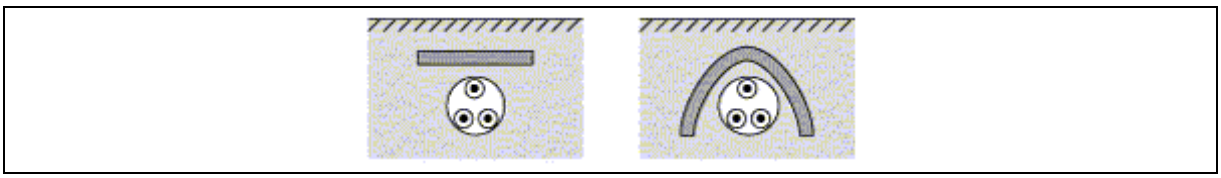
b.1. rechtstreeks ingegraven

Figuur 5.2. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks ingegraven ondergrondse elektrische leidingen



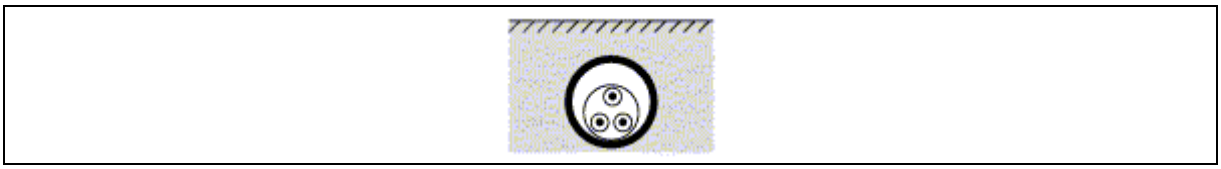
b.2. ingegraven met mechanische bescherming

Figuur 5.3. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen ingegraven met mechanische bescherming



b.3. ingegraven en in een huls

Figuur 5.4. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Ondergrondse elektrische leidingen, ingegraven en in een huls



Onderafdeling 5.2.2.2. Plaatsingswijzen voor laagspanning

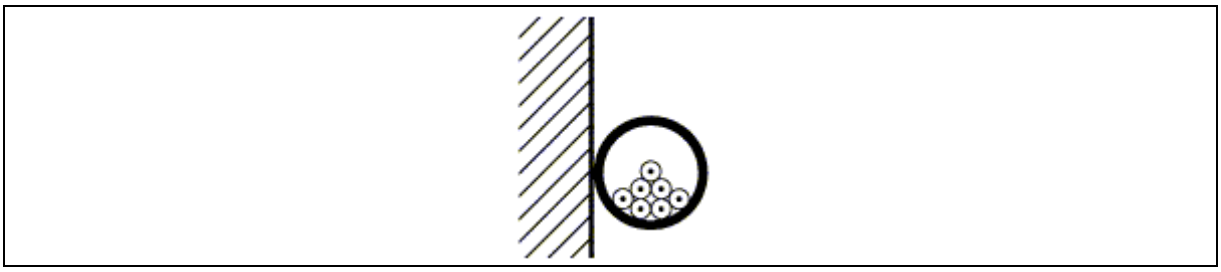
De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. **als contactlijn voor rol- of glijcontacten;**

b. **in opbouw:**

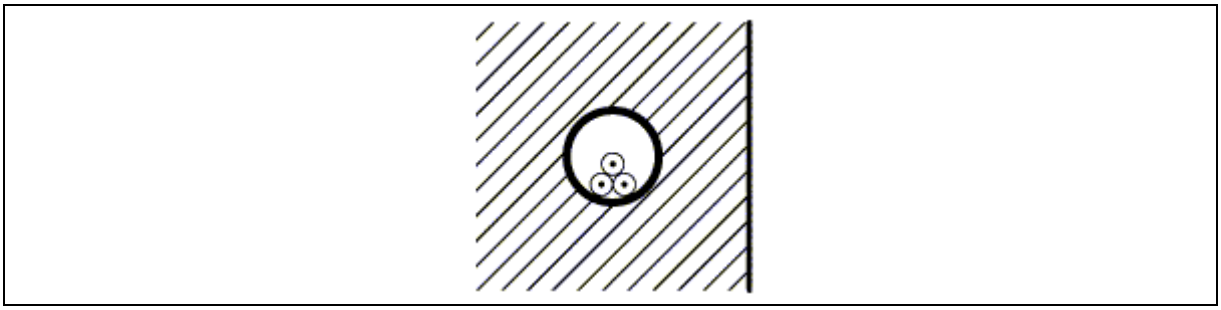
de elektrische leiding wordt aangebracht tegen het oppervlak van een wand van een ruimte of in zijn onmiddellijke nabijheid op zulke wijze dat de afstand tussen de elektrische leiding en de wand niet groter is dan 0,3 maal de buitendiameter van de bedoelde elektrische leiding.

Figuur 5.5. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Opbouw



c. **in verzonken buizen;**

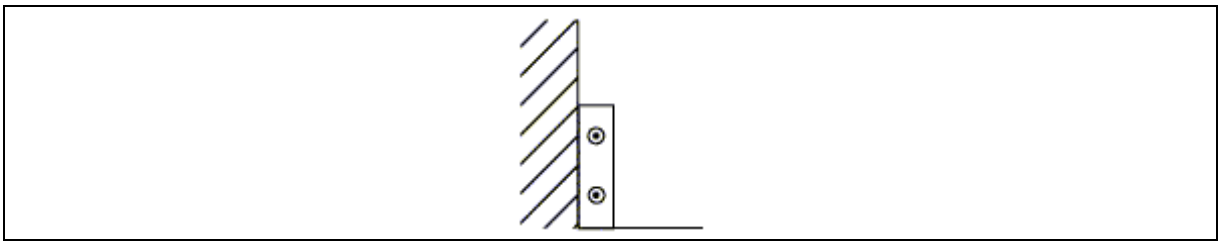
Figuur 5.6. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Inbouw



d. **in daartoe bestemde sierlijsten, plinten en lijsten;**

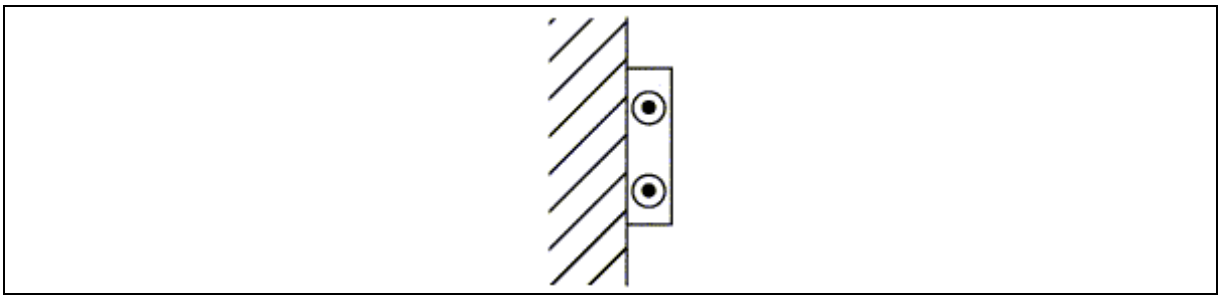
d.1. plint

Figuur 5.7. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Plinten



d.2. lijst

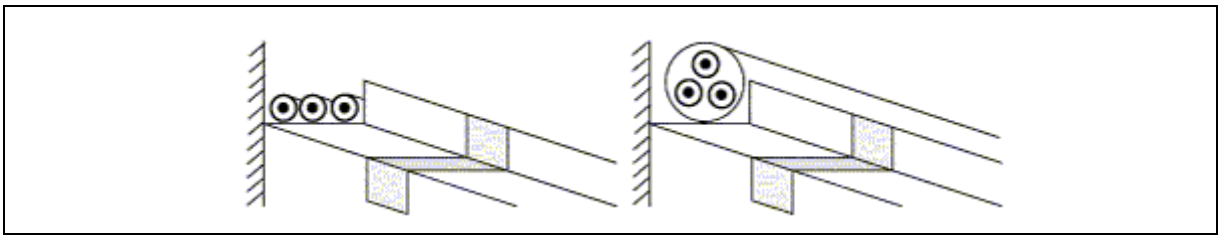
Figuur 5.8. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Lijsten



e. in de vrije lucht, hetzij met klemmen, beugels of andere bevestigingsmiddelen, hetzij op kabelrekken, kabelladders, kraagstukken, haken of gelijkaardige steunen; de elektrische leiding is van alle wanden verwijderd op een afstand groter dan of gelijk aan 0,3 maal haar buitendiameter;

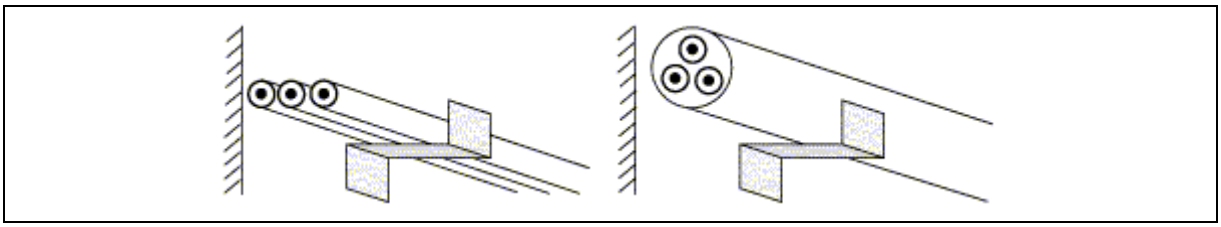
e.1. kabelrekken

Figuur 5.9. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



e.2. haken

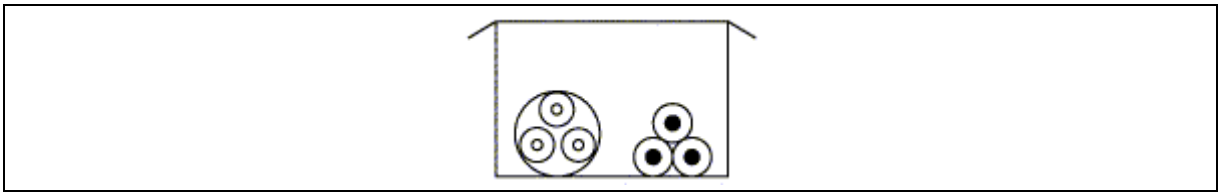
Figuur 5.10. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



f. in kabelbanen of goten;

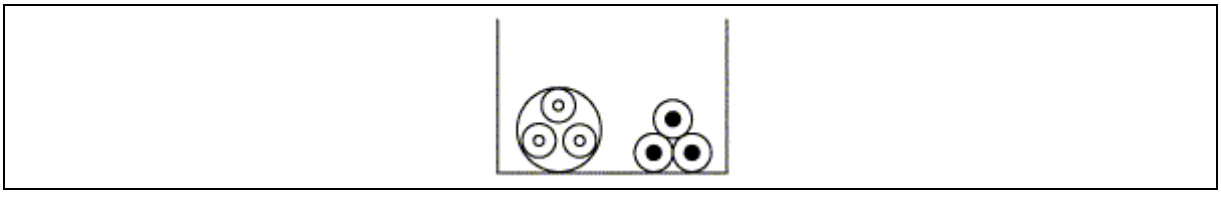
f.1. kabelbaan

Figuur 5.11. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



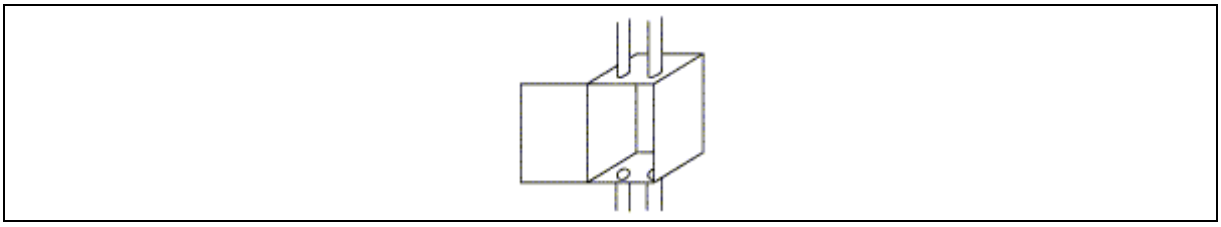
f.2. goot

Figuur 5.12. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot



g. in kokers;

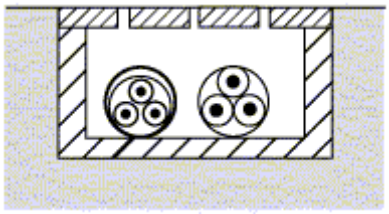
Figuur 5.13. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kokers



h. in open, gesloten of met zand gevuld kabelkanaal;

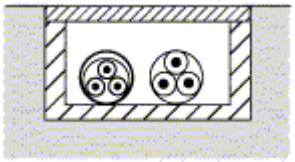
h.1. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.14. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



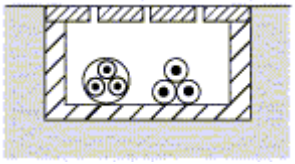
h.2. buizen in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.15. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



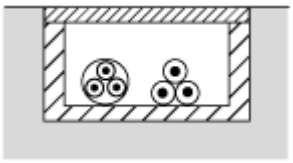
h.3. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.16. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



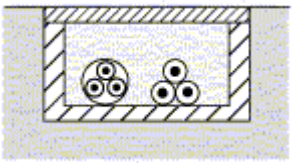
h.4. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.17. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



h.5. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

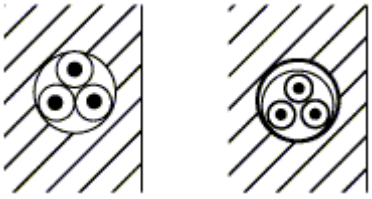
Figuur 5.18. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



i. in holle constructieruimten, holten en in geprefabriceerde uitgeholde blokken;

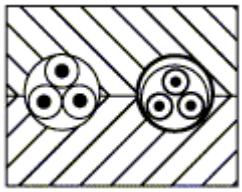
i.1. holten

Figuur 5.19. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



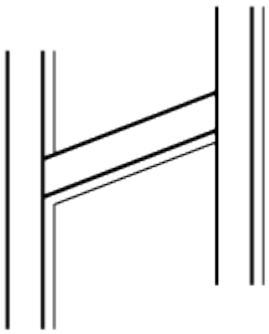
i.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.20. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



j. achter wandpanelen;

Figuur 5.21. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Achter wandpanelen



k. rechtstreeks verzonken, zonder buizen;

Figuur 5.22. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreeks verzonken, zonder buizen

l. in geprefabriceerde leidingen;

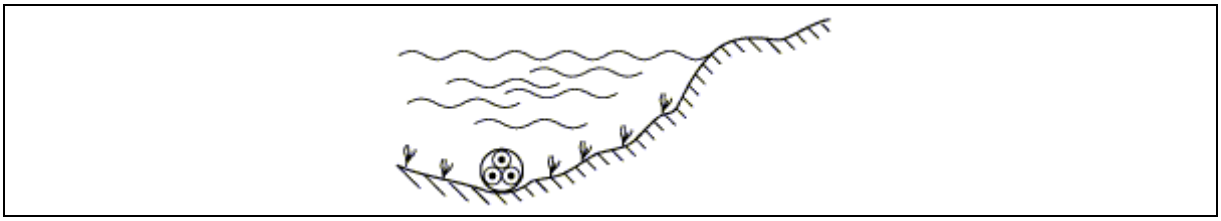
Figuur 5.23. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In geprefabriceerde leidingen

m. op isolatoren;

Figuur 5.24. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren

n. onder water;

Figuur 5.25. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



o. in zolderingen, vloeren en muren voor de verwarmingsleidingen en verwarmingspanelen.

Onderafdeling 5.2.2.3. Plaatsingswijzen bij zeer lage spanning

Alle plaatsingswijzen voor de elektrische leidingen op laagspanning zijn van toepassing op elektrische leidingen op zeer lage spanning. De elektrische en/of mechanische karakteristieken mogen echter versoepeld worden behalve bij de uitwendige invloeden BE2 of BE3 of CA2.

Bovendien mogen de geleiders en kabels rechtstreeks in de vloer geplaatst worden. Er moet echter rekening gehouden worden met de mechanische krachten waar ze aan blootgesteld kunnen worden daar deze krachten, gezien de kleine mechanische weerstand van de leidingen, gemakkelijk tot de breuk ervan kunnen leiden. Als blanke geleiders rechtstreeks in de vloer aangebracht worden, moeten ze op zeer lage spanning gevoed worden door middel van een beschermingstransformator.

Onderafdeling 5.2.2.4. Plaatsingswijzen bij zeer lage veiligheidsspanning

De plaatsingswijzen voor elektrische leidingen op zeer lage spanning zijn toepasselijk op elektrische leidingen op zeer lage veiligheidsspanning met uitzondering van de rechtstreekse plaatsing van de blanke geleiders in de grond.

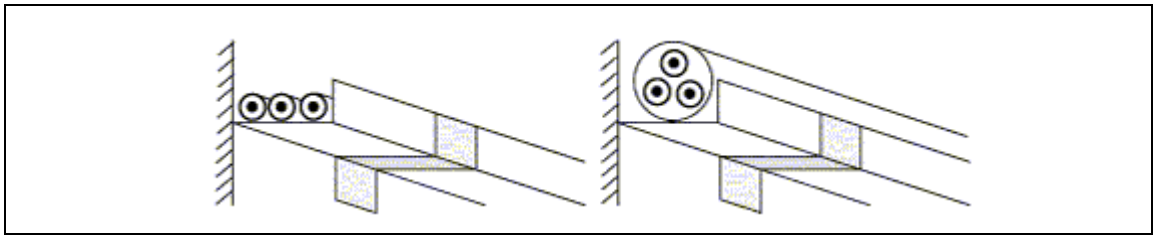
Onderafdeling 5.2.2.5. Plaatsingswijzen bij hoogspanning

De elektrische leidingen mogen, onder voorbehoud van hun aard, op volgende wijzen aangebracht worden:

a. in openlucht of in kabelgalerijen hetzij met rechtstreekse bevestiging door middel van beugels, klemmen of andere bevestigingsmiddelen, hetzij gelegd op kabelwegen, kabelladers, kraagstukken, rekken, haken of gelijkaardige steunen;

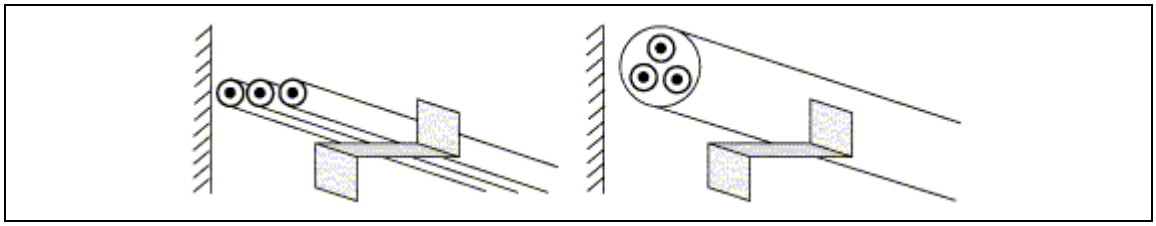
a.1. kabelrekken

Figuur 5.26. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelrekken



a.2. haken

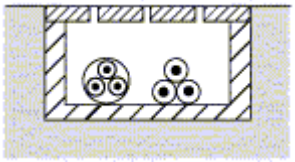
Figuur 5.27. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Haken



b. in open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen;

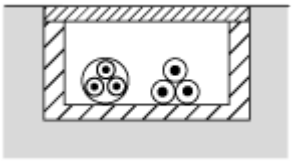
b.1. rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.28. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in open of verluchte kabelkanalen



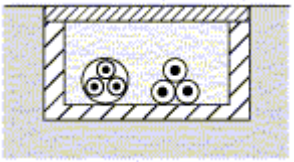
b.2. rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen

Figuur 5.29. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in gesloten kabelkanalen



b.3. rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen

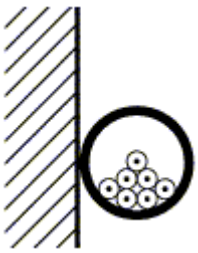
Figuur 5.30. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Rechtstreekse plaatsing in met zand gevulde kabelkanalen



c. in buizen in openlucht, in kabelgalerijen of kabelkanalen met, indien noodzakelijk, de aangepaste bevestigingsmiddelen;

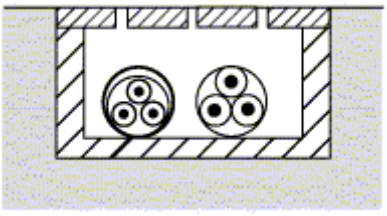
c.1. In buizen in openlucht

Figuur 5.31. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – In buizen in openlucht,



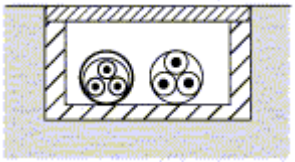
c.2. buizen in open of verluchte kabelkanalen

Figuur 5.32. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in open of verluchte kabelkanalen



c.3. buizen in gesloten kabelkanalen

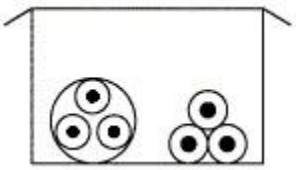
Figuur 5.33. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Buizen in gesloten kabelkanalen



d. **in kabelbanen en goten;**

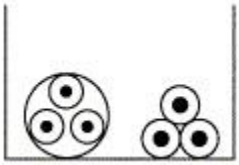
d.1. kabelbaan

Figuur 5.34. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Kabelbaan



d.2. goot

Figuur 5.35. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Goot

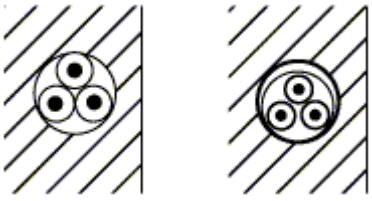


e. in kokers;

f. in holle constructieruimten;

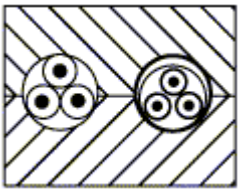
f.1. holte

Figuur 5.36. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Holten



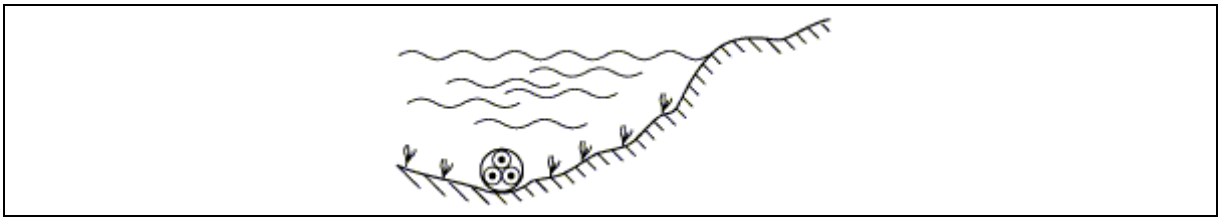
f.2. geprefabriceerde blokken

Figuur 5.37. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Geprefabriceerde blokken



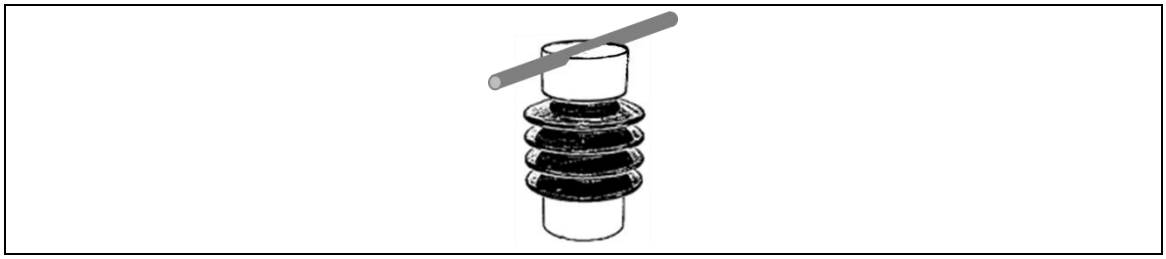
g. onder water;

Figuur 5.38. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Onder water



h. op isolatoren.

Figuur 5.39. Plaatsingswijzen van elektrische leidingen – Op isolatoren



Onderafdeling 5.2.2.6. Bijkomende plaatsingswijze

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, andere plaatsingswijzen voor elektrische geleiders en leidingen toelaten en de te eerbiedigen veiligheidsvoorwaarden vastleggen.

Afdeling 5.2.3. Keuze en gebruik van leidingen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.2.3.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat zij geschikt zijn voor de laagste en de hoogste plaatselijke omgevingstemperatuur.

De elementen van de elektrische leidingen, met inbegrip van kabels en toebehoren, moeten worden geïnstalleerd of verwerkt bij temperaturen binnen de grenzen zoals aangegeven in de desbetreffende productnormering of zoals opgegeven door de fabrikant.

Bovendien moeten bijkomende maatregelen (thermische isolatie, mechanische bescherming, starre bevestiging...) genomen worden in die gevallen waar de temperatuur lager kan worden dan −25 °C.

Onderafdeling 5.2.3.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

Elektrische leidingen moeten zo worden gekozen en geïnstalleerd dat geen schade veroorzaakt wordt door condensatie of binnendringend water. De beschermingsgraad IP van elektrische leidingen moeten na voltooiing voldoen aan de ter plaatse van toepassing zijnde uitwendige invloeden.

Wanneer zich in de elektrische leidingen water kan verzamelen (ook door condensatie), moeten voorzieningen worden getroffen om dit te laten afvloeien.

Onderafdeling 5.2.3.3. In functie van de aanwezigheid van corrosieve en milieuverontreinigende stoffen (AF)

Indien de hoeveelheid corrosieve of vervuilende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) zijn alle elektrische leidingen conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen toegelaten of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Indien elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar corrosieve of vervuilende stoffen van atmosferische oorsprong (AF2) aanwezig zijn, moeten ze van een type zijn dat met succes de proef met zoutnevel kan ondergaan, zoals vastgesteld hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of

door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen geplaatst zijn in een ruimte waar ze onderworpen zijn aan een onderbroken of een toevallige inwerking van scheikundige of corrosieve producten voor normaal gebruik (AF3), moeten ze van een type zijn dat met goed gevolg de proef van corrosiebestendigheid kan ondergaan zoals voorgeschreven hetzij door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij door bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Indien de elektrische leidingen onderworpen zijn aan een bestendige inwerking (AF4) van scheikundige, corrosieve of vervuilende producten moeten ze speciaal bestudeerd zijn in functie van de aard van de betrokken producten. De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit, bijzondere voorwaarden hieromtrent vastleggen.

Onderafdeling 5.2.3.4. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

De elektrische leidingen moeten een mechanische bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten schokken.

Onderafdeling 5.2.3.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Indien de elektrische leidingen blootgesteld zijn aan middelmatige of belangrijke (AH2 en AH3) trillingen, moeten ze speciaal bestudeerd worden of moeten hiervoor bijzondere schikkingen getroffen worden.

Onderafdeling 5.2.3.6. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De tegen flora te treffen maatregelen hangen af van de aard van de flora en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is te wijten hetzij aan een schadelijke ontwikkeling, hetzij aan een overvloedige groei van planten.

De tegen fauna te nemen beschermingsmaatregelen zijn, naargelang van het geval:
- een gepaste beschermingsgraad tegen de indringing van vaste lichamen;
- een voldoende mechanische weerstand, een metalen pantsering;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna tegen te gaan, zoals reiniging, gebruik van scheikundige bestrijdingsmiddelen...

Onderafdeling 5.2.3.7. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

Indien van toepassing, moeten de maatregelen van *onderafdeling 5.3.2.8.* in acht genomen worden.

Onderafdeling 5.2.3.8. In functie van de bescherming tegen elektrische schokken (BB en BC)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden voor de bescherming tegen elektrische schokken zijn deze die de weerstand van het menselijk lichaam beïnvloeden en die bepaald werden in *tabel 2.3.* in *onderafdeling 2.4.1.1.* alsook het contact van personen met het aardpotentiaal zoals bepaald in *afdeling 2.10.13.*

Onderafdeling 5.2.3.9. In functie de aard van de behandelde of opgeslagen goederen (BE), bouwmaterialen (CA) en de structuur van gebouwen (CB)

De in aanmerking te nemen uitwendige invloeden worden bepaald in:
- *afdeling 2.10.15.* voor de aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- *afdeling 2.10.16.* voor de bouwmaterialen;
- *afdeling 2.10.17.* voor de structuur van gebouwen.

De na te volgen voorschriften voor de keuze van elektrische leidingen worden gegeven in:
- *afdeling 4.3.3.*en *5.2.8.* betreffende de bijzondere voorzorgsmaatregelen tegen brandgevaar;
- *onderafdeling 7.3.* betreffende de voorzorgsmaatregelen tegen ontploffingsgevaar.

Afdeling 5.2.4. Toegelaten stromen – Bescherming tegen overstroom – Doorsnede van de geleiders

Onderafdeling 5.2.4.1. Algemeenheden

De toe te passen regels voor de bescherming tegen overstroom worden behandeld in *hoofdstuk 4.4. Elektrische bescherming tegen overstroom*.

Onderafdeling 5.2.4.2. Toepassingsgebied

a. Algemeen

De elektrische bescherming tegen overstroom voor de bedrading in elektrische machines of toestellen moet verzekerd worden volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

Actieve geleiders van elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen overstroom tenzij ze aangesloten zijn op een bron met een impedantie die haar maximumstroom beperkt tot een waarde die kleiner dan of gelijk is aan de toelaatbare stroom in deze leidingen.

Wanneer dwingende veiligheidsredenen dit vereisen, is het toegelaten geen bescherming tegen overstromen als gevolg van kortsluiting te installeren en is het verboden een beschermingsinrichting tegen overbelasting te plaatsen op elektrische leidingen die een elektrische machine of toestel voeden waarvan het onvoorzien afschakelen gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen. Dit is bijvoorbeeld het geval in de opwekkingsstroombaan van motoren, de geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, de secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, ... De doorsnede van de geleiders van deze stroombanen moet gekozen worden overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

b. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Snoeren die elektrische machines en toestellen rechtstreeks voeden en die aangesloten worden op een contactdoos hoeven niet beschermd te worden tegen overstroom indien hun lengte en de doorsnede van de geleiders conform de desbetreffende, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen is of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.2.4.3. Bescherming van blanke geleiders verschillend van deze van luchtlijnen

Geen enkele bijzondere beschermingsmaatregel tegen overstroom wordt voorzien tot het voorkomen van temperatuursverhoging van het railstel en zijn blanke aftakkingen in onderstations, verdeelposten of verdeelkasten in zoverre zij voldoende afmetingen hebben om te weerstaan aan thermische en mechanische belastingen, veroorzaakt door mogelijke kortsluitstromen die er doorheen kunnen vloeien. Met dit doel moeten hun afmetingen voldoen aan de volgende voorschriften:

1. Uit thermisch oogpunt gezien moet hun doorsnede volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden. Ze is functie van:
   - de aard en de kenmerken van het metaal van de geleider (volumetrische massa, massawarmte en weerstand);
   - de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider;
   - de maximale opwarming van de geleider die wordt vastgesteld op 250°C.

   De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben kunnen ieder voor wat hem betreft, bij besluit, de desbetreffende na te volgen regels vastleggen.

2. Uit mechanisch oogpunt gezien moet de totale structuur, dit wil zeggen het profiel, de schikking en vasthechting, bestand zijn tegen de aantrekkings-, afstotings- en resonantiekrachten, veroorzaakt door de maximumkortsluitstroom (piekwaarde):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

   Daarin is I_c de piekwaarde.

Afdeling 5.2.5. Spanningsval

De spanningsval in elektrische leidingen moet beperkt worden tot de waarden beschreven in de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.6. Verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 5.2.6.1. Algemeenheden

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in schakel- en verdeelborden, verbindings- of aftakdozen, aan de klemmen van schakelaars of contactdozen, of in de plafonddozen met voldoende volume voor het ophangen van verlichtingstoestellen.

De behuizing van verzonken schakelaars en contactdozen moet voldoende ruim zijn om er de verbindingen gemakkelijk in onder te brengen.

Verbindings-, aftak- en inbouwdozen voor plaatsing in buizen moeten uit metaal, onbrandbaar gemaakt hout of een niet-vlamverspreidende isolerende materiaal zijn. Zij moeten conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Aan de uiteinden van elektrische leidingen, en vooral op de plaatsen waar zij elektrische machines en toestellen binnenkomen, moet een continue bescherming verzekerd worden.

De aansluiting moet, indien noodzakelijk, de afdichting verzekeren met behulp van wartelinvoer, deksels...

Wanneer de elektrische leidingen een mantel of een omhulsel bevatten met een bepaalde beschermingsgraad, dan moet de wartelinvoer aangedrukt worden op deze mantel en niet op de isolatie van de geleiders. Wanneer de afdichtingsmantel zich onder een metalen bewapening bevindt, moet de bewapening voor de wartelinvoer zorgvuldig afgesneden worden en vastgehouden door een aangepaste inrichting welke weerstaat aan de inwendige en uitwendige invloeden.

De wartelinvoeren van de omhulsels met dubbele isolatie moeten uit isolerend materiaal vervaardigd zijn.

Voor wat de ondergrondse kabels betreft moeten de isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.2.6.2. Aansluiten van toestellen op installaties

a. Algemeenheden

De toestellen kunnen op de installaties worden aangesloten, hetzij rechtstreeks via een vaste elektrische leiding, hetzij via een snoer.

Onder toestellen gevoed via een snoer verstaat men de verplaatsbare en draagbare toestellen alsook deze voor dewelke deze wijze van aansluiting erkend is door de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

In de buizen en de elektrische leidingen moeten de met vaste isolatiematerialen geïsoleerde geleiders, gemerkt door een groen/gele kleurcombinatie gebruikt worden:
- als beschermingsgeleider (PE al dan niet geaard);
- als nulgeleider, indien deze eveneens als beschermingsgeleider dient (PEN-geleider).

De voormelde kleurcombinatie is aanwezig over de gehele lengte van de geïsoleerde geleiders.

Het gebruik van de groene en/of gele kleur, alsmede het gebruik van één van deze kleuren in een veelkleurige combinatie is verboden in de isolatiematerialen van actieve geleiders met uitzondering van de nulgeleider die de functie van beschermingsgeleider (PEN) vervult.

In afwijking van de voorschriften van het voorgaande lid, is het gebruik van de groene of gele kleur toegelaten in elektrische leidingen die deel uitmaken van bedienings-, controle-, signalisatie- of meetstroombanen voor zover hun geleiderdoorsnede kleiner is dan 1,5 mm^2.

b. Rechtstreekse aansluiting van toestellen op een vaste elektrische leiding

De elektrische leidingen moeten beschermd worden tegen mogelijke beschadigingen waaraan ze zijn blootgesteld. Bovendien mogen de aansluitingen van geleiders met de toestellen niet onderworpen worden aan trek- of wringingskrachten.

Aan de ingang van de toestellen moeten de leidingen eveneens beschermd worden tegen mechanische beschadiging.

De aansluiting van de geleiders met de toestellen moet verwezenlijkt worden volgens de regels van goed vakmanschap.

c. Aansluiting via een snoer

De snoeren moeten een voldoende aantal geleiders bevatten die elektrisch gescheiden zijn en mechanisch een geheel vormen met inbegrip van de beschermingsgeleider wanneer deze noodzakelijk is.

De elektrische snoeren moeten gekozen worden rekening houdend met:
- de gebruiksvoorwaarden;
- de uitwendige invloeden;
- de beschermingsvoorschriften tegen onrechtstreekse aanraking.

De aansluiting van snoeren op vaste elektrische leidingen moet geschieden:
- hetzij via stopcontacten;
- hetzij via verbindingsdozen;
- hetzij via glijcontacten op een trolley wanneer het gaat om de voeding van verplaatsbaar materiaal of verplaatsbare lampen.

De aansluitingen van snoeren op de toestellen moet verwezenlijkt worden:
- hetzij door middel van snoeren die blijvend aan de toestellen verbonden zijn;
- hetzij via een connector die zodanig wordt aangebracht dat de actieve delen van de toestelcontactdoos en het stopcontact niet genaakbaar zijn wanneer ze onder spanning staan.

De connectoren moeten voldoen aan de volgende voorschriften:
- de connectoren die niet geplaatst zijn in gesloten ruimten van de elektrische dienst zijn voorzien van hetzij een vergrendelingsinrichting die de doorgang van de stroom onderbreekt vóór de ontkoppeling, hetzij van een inrichting die een werktuig of ieder ander middel met een equivalente veiligheidsgraad nodig heeft voor de ontkoppeling;
- de connectoren hebben een beschermingsgraad van minstens IPXX-B (zijde bron) in open stand;
- de delen «bron» en «aftakking» van de connector zijn voorzien van een specifieke markering van de delen van de connector en van een mechanisch systeem dat de omwisseling verhindert tussen de fase-, nul- en beschermingsgeleiders.

De afneembare aftakelementen van geprefabriceerde leidingen waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A:
- moeten een beschermingsgraad hebben die ten minste gelijk is aan IPXX-B;
- zijn voorzien van een lastscheidingsschakelaar van de gebruikscategorie AC22A of DC22A beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- laten de toegang tot de inwendige uitrusting alsmede het aanbrengen op of wegnemen van de geprefabriceerde leidingen slechts toe wanneer de lastscheidingsschakelaar is geopend.

Afdeling 5.2.7. Verbindingen bij hoogspanning

De isolatieweerstand en de luchtdichtheid van verbindingen tussen verschillende stukken van een kabel of tussen een kabel en een elektrische lijn moeten ten minste gelijk zijn aan deze van de kabel zelf, en dit overeenkomstig de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 5.2.8. Keuze en gebruik ter beperking van de brandverspreiding

Onderafdeling 5.2.8.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *punten b.* en *c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.* beantwoorden:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een EU-conformiteitsverklaring;
3. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de geïsoleerde geleiders in buizen die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;
   - de kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale diepte van 3 cm zijn verzonken;

- de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
- de ondergrondse kabels;
- de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen;
- de uiteinden van:
  - *ondergrondse kabels, of*
  - *kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen, of*
  - *kabels, al dan niet in buis, die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken, of*
  - *geïsoleerde geleiders in een buis die in een onbrandbare bekleding met een minimale inbouwdiepte van 3 cm zijn verzonken,*

  aangebracht in openlucht of in opbouw, voor zover de lengte van deze uiteinden 3 m niet overschrijdt en zij geplaatst zijn in een omgeving met normaal brandgevaar. Deze uitzondering van de uiteinden is nochtans niet toegelaten:
  - *voor de geïsoleerde geleiders en de kabels in openlucht of in opbouw voor een aansluiting op een laagspanningsverdeelnet;*
  - *voor de aftakkingskabels, al dan niet in buis, in openlucht of in opbouw;*
  - *voor de geïsoleerde aftakkingsgeleiders in een buis in openlucht of in opbouw.*

b. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van *punt b.* of *punt c.*

c. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} (zie karakteristiekenen klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*). Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent aan F2 of de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling in een schakel- en verdeelbord, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft;
3. de kabels tussen de laagspanningsklemmen van een transformator hoogspanning/laagspanning en de algemene beschermingsinrichting voor zover deze kabels, waarvan de lengte niet langer dan 10 meter is, in dezelfde exclusieve ruimte van de elektrische dienst als de transformator zijn geïnstalleerd en voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} hebben.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punt 3.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

d. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-verspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De thermoplastische vlamverspreidende buizen mogen slechts worden gebruikt wanneer ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm.

Onderafdeling 5.2.8.2. Bij hoogspanning

a. Algemeenheden

Moeten niet aan de eisen van de *punten b.* en *c.* van *onderafdeling 5.2.8.2.*:

1. de samenstellende geïsoleerde geleiders van een kabel;
2. de geïsoleerde geleiders en de kabels van de stroombanen van een elektrische machine of toestel waarvan het geheel gedekt is door een productnorm;
3. de geïsoleerde geleiders en de kabels die zijn geïnstalleerd in ruimten met een normaal brandgevaar;
4. voor de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd (afzonderlijk of in bundel/laag) met de volgende plaatsingswijzen:
   - de luchtlijnen met geïsoleerde geleiders;
   - de ondergrondse kabels;
   - de kabels geplaatst in met zand gevulde kanalen.

b. Afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De afzonderlijk geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*).

Dit voorschrift is niet van toepassing op de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (zoals bijvoorbeeld omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F1 of ten minste de klasse E of E_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de uitzondering vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

De geïsoleerde geleiders en kabels, die op een bestaand draagstel worden toegevoegd, worden gekozen en geplaatst (afzonderlijk of in bundel/in laag) rekening houdend met de wijze waarop de bestaande geïsoleerde geleiders en kabels zijn geplaatst en hebben de geschikte kenmerken of klassen van *punt b.* of *punt c.*

c. In bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels

De in bundel of in laag geïnstalleerde geïsoleerde geleiders en kabels hebben ten minste het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca}. Dit voorschrift is onafhankelijk van de afstand waarover de geïsoleerde geleiders en kabels effectief in bundel of in laag geïnstalleerd zijn.

Dit voorschrift is niet van toepassing op:

1. de geïsoleerde geleiders en kabels die zijn geïnstalleerd gebruik makend van een materiaal (bvb. omhuld, bedekt, …) dat aan deze geïsoleerde geleiders en kabels ten minste een kenmerk equivalent F2 of ten minste de klasse C of C_L (zie karakteristieken en klassen in *onderafdeling 4.3.3.4.*) verleent;
2. de interne bekabeling van een schakel- en verdeelinrichting, voor zover deze ten minste het kenmerk F1 of ten minste de klasse E_{ca} heeft.

De geïsoleerde geleiders en kabels die niet bestaan met het kenmerk F2 of ten minste de klasse C_{ca} moeten hetzij in overeenstemming met de *punten 3.* en *4.* van de uitzonderingen vermeld in *punt a.* hetzij in overeenstemming met de *punt 1.* van de uitzonderingen vermeld in de vorige alinea, geïnstalleerd worden.

d. Buizen, kabelbanen, kabelgoten, kabelrekken en gelijksoortig materieel

De buizen, de kabelbanen, de kabelgoten, de kabelrekken en gelijksoortig materieel zijn van het niet-vlamverspreidend type. Ze moeten voldoen aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

e. Bijzondere maatregelen

De Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit de regels vaststellen waaraan de geïsoleerde geleiders en de kabels moeten voldoen teneinde de brandverspreiding te voorkomen.

Afdeling 5.2.9. Nabijheid van andere leidingen

Onderafdeling 5.2.9.1. Algemeenheden

Voor de ondergrondse kabels in de nabijheid van gasleidingen moeten de nodige voorzorgsmaatregelen genomen worden om ophoping van gas te vermijden in de kijk- of mangaten. In die nabijheid moet het gebruik van buizen voor het beschermen van ondergrondse gewapende kabels vermeden worden. De nodige voorzorgsmaatregelen moeten echter genomen worden om ophoping van gas te voorkomen wanneer de omstandigheden er toe verplichten dergelijke bescherming te gebruiken.

Onderafdeling 5.2.9.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Ingeval elektrische leidingen in de nabijheid liggen van niet-elektrische leidingen, moeten de elektrische leidingen derwijze geplaatst worden dat tussen de uitwendige oppervlakken ervan een afstand behouden wordt, zodat elke tussenkomst op één van de leidingen geen risico van beschadiging van de andere meebrengt.

In de nabijheid van verwarmings- of warmeluchtleidingen en schoorstenen, mogen de elektrische leidingen hierdoor het risico niet lopen op een voor hen schadelijke temperatuur gebracht te worden en als zodanig moeten ze op een voldoende afstand gehouden worden of door een warmtewerend scherm gescheiden worden van deze leidingen.

Elektrische leidingen mogen evenmin in schoorstenen, ventilatie- of ontrokingskanalen geplaatst worden.

De elektrische leidingen mogen niet in parallel onder leidingen geplaatst worden die condensatie kunnen veroorzaken (zoals water-, stoom-, of gasleidingen...) tenzij maatregelen genomen worden om de elektrische leidingen te beschermen tegen de gevolgen van deze condensatie.

Elektrische en niet-elektrische leidingen mogen enkel gegroepeerd worden binnen eenzelfde aanlegsysteem (kabelkanaal, koker, goot...) indien de volgende voorwaarden gelijktijdig worden vervuld:
1. de bescherming tegen onrechtstreekse aanrakingen wordt verzekerd waarbij de niet-elektrische metalen leidingen als geleidende delen beschouwd worden;
2. de elektrische leidingen moeten degelijk beschermd worden tegen gevaren voorkomend uit de aanwezigheid van de andere leidingen.

Wanneer de elektrische leidingen een uitwendige isolerende bekleding bevatten, gelijkwaardig met een bijkomende isolatie en ontworpen om hun eigenschappen te behouden in de kokers of kabelkanalen, dienen geen verdere beschermingsmaatregelen tegen onrechtstreekse aanraking genomen te worden, zelfs in het geval dat later andere metalen leidingen bijgevoegd worden.

De gevaren die kunnen voortvloeien uit de aanwezigheid van andere leidingen zijn onder meer:
- een temperatuursverhoging, te wijten aan de nabijheid van stoom- of verwarmingsleidingen of meer in het algemeen van een leiding met een warm fluïdum;
- het condensatiegevaar;
- het overstromingsgevaar, ingeval van beschadiging van een vloeistofleiding moeten dan alle schikkingen getroffen worden teneinde de afvoer van de vloeistof te verzekeren.

Afdeling 5.2.10. Bijzondere regels voor de verschillende plaatsingswijzen

Onderafdeling 5.2.10.1. Luchtlijnen

Voor de installatieregels specifiek voor luchtlijnen zijn de voorschriften van *Hoofdstuk 7.1.* van toepassing.

Onderafdeling 5.2.10.2. Ondergrondse elektrische leidingen

a. Algemene regels

a.1. Algemeenheden

Enkel kabels, conform hetzij de desbetreffende door de Koning gehomologeerde of door het NBN geregistreerde normen hetzij de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen, mogen in de grond en in ontoegankelijke ondergrondse kokers geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE).

Behalve indien het technisch onmogelijk is, moet de kabel ten minste 0,60 m diep onder het grondvlak (maaiveld, bovenvlak van tegels of van het wegdek...) ingegraven worden.

Indien deze ingravingsdiepte van 0,60 m niet kan verwezenlijkt worden, moet de bescherming gevormd worden door een doorlopend omhulsel of door een omhulsel met ineenschuifbare of overlappende

voegen, in duurzaam en weerstandbiedend materiaal overeenkomstig de desbetreffende regels van goed vakmanschap, of door een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

Voor wat betreft de bescherming tegen rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking wordt geen enkele bijkomende beschermingsmaatregel vereist buiten de hierboven beschreven voorwaarden.

a.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De ondergrondse aanleg van kabels is alleen toegelaten als ze aan één van de volgende voorwaarden beantwoorden:

- ze zijn voorzien van een geaarde beschermingsmantel en wanneer ze, hetzij samengesteld zijn met een bewapening hetzij beschermd zijn door een versterkte mantel die weerstand biedt tegen aanraking met harde lichamen of tegen schokken door metalen handwerktuigen; de coördinatie tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zodanig dat de leidingen voldoende beschermd zijn tegen de beschadigingen die door kortsluiting of een aardingsfout zouden kunnen veroorzaakt worden;
- ze zijn voorzien van een uitwendige mantel die in normale omstandigheden een voldoende weerstand blijft behouden tegen aanrakingen door harde lichamen en tegen schokken veroorzaakt door metalen handwerktuigen; in dat geval moet de elektrische leiding bovendien over haar ganse lengte beschermd worden door een afdekking uit duurzaam en weerstandbiedend materiaal, dit om ze te vrijwaren tegen aanraking van werktuigen bij opgravingen; deze bedekking steekt aan beide zijden van de kabel uit en is verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel;
- ze worden geplaatst in een buis of een evenwaardig systeem, dat een voldoende bescherming biedt tegen de oorzaken van mechanische beschadigingen.

a.3. Bij hoogspanning

Aanvullend op de algemene regel in *punt a.1.* wordt de ingravingsdiepte op 1,00 m gebracht voor elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van de 2e categorie. Ingegraven elektrische hoogspanningsleidingen op gelijkstroom en deze op wisselstroom van 2e categorie, geplaatst vóór 1 januari 1983, mogen op een ingravingsdiepte van ten minste 0,60 m behouden blijven.

Elke ondergrondse kabel moet over zijn ganse lengte beschermd worden door middel van een afdekking uit duurzaam en stevig materiaal, bestemd om hem bij grondwerken tegen aanraking door werktuigen te vrijwaren. Deze afdekking steekt aan beide zijden van de kabel uit; zij wordt verwezenlijkt zonder doorlopende langsvoegen boven de kabel.

De kabels moeten voorzien zijn van een geaarde beschermingsmantel; voor de kabels van het gewapende type mag de wapening hiervoor instaan. De coördinatie tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsmantel is zo dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen beschadigingen voortkomende van een aardingsfout of een kortsluiting.

De ligging van elke ondergrondse kabel op hoogspanning op gelijkstroom en van elke ondergrondse kabel op wisselstroom van 2e categorie moet aangegeven worden door middel van een onaantastbaar waarschuwingsmiddel dat ten minste 10 cm boven de beschouwde kabel aangebracht wordt.

b. Doorgang van muren en wanden

Wanneer voor plaatsing van ondergrondse kabels de doorgang van muren of wanden noodzakelijk is, moet de doorgang na plaatsing zorgvuldig gedicht worden.

c. Nabijheid van en kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels

c.1. Algemene voorschriften

In de nabijheid van en bij de kruising met ondergrondse telecommunicatiekabels moet elke energiekabel derwijze geplaatst worden dat hij zich overal op ten minste 0,50 m van de reeds aanwezige telecommunicatiekabels bevindt.

Indien een dergelijke schikking niet uitvoerbaar is, kan een afwijking toegestaan worden door de belanghebbende Ministers of de door hen aangeduide ambtenaren. In dergelijk geval neemt diegene die de elektrische leiding plaatst, na overleg met de eigenaar van de telecommunicatiekabel, de geschikte maatregelen om latere vergissingen bij de identificatie van de kabels uit te sluiten, om alle schade te voorkomen alsook om de storingen in het telecommunicatieverkeer te vermijden en om het gevaar dat uit de toegestane afwijking kan voortvloeien uit te sluiten.

c.2. Verplaatsing van energie- en telecommunicatiekabels

Indien telecommunicatiekabels en energiekabels op aanvraag van derden worden geplaatst zijn de hierboven onder *punt c.1.* aangehaalde afwijkingsmaatregelen van toepassing.

c.3. Algemene afwijking

De netbeheerders (gas en elektriciteit) mogen van deze algemene voorschriften afwijken voor wat hun eigen telecommunicatie-installaties betreft op voorwaarde maatregelen te nemen om het gevaar te vermijden.

Deze algemene afwijking is eveneens van toepassing op de installaties van de Intergemeentelijke Vervoermaatschappijen.

d. Plaatsaanduiding

d.1. Principe

De aanwezigheid van een kabel moet op zichtbare en duurzame wijze aangeduid worden. Daartoe moet een merkteken aan ieder uiteinde van de rechte stukken geplaatst worden. Indien het rechte stuk langer is dan 200 m moeten ten minste om de 200 m tussenliggende merktekens geplaatst worden. Merktekens moeten eveneens geplaatst worden aan de uiteinden van de bochten.

In bochten van meer dan 20 m lengte moet een bijkomend merkteken geplaatst worden in het midden van de beschreven boog. Indien een afstand van 50 m dit merkteken scheidt van deze die het begin van de boog aanduiden moeten bijkomende merktekens geplaatst worden, zodat de afstand tussen de merktekens ten hoogste 50 m bedraagt.

d.2. Kabelbundels

In het geval van een bundel kabels mag gebruik gemaakt worden van gemeenschappelijke merktekens voor alle kabels samen.

d.3. Uitzonderingen

Indien het onmogelijk is een merkteken aan te brengen boven één of meer kabels, moet het geplaatst worden op een zo klein mogelijke afstand van de ligging van deze kabel of kabels.

In geval van private eigendommen moeten de merktekens bij voorkeur geplaatst worden aan de grenzen van de percelen ofwel op andere plaatsen waar de uitbating, en in het bijzonder de uitbating van landbouwgronden, niet belemmerd wordt door hun aanwezigheid.

Er is geen verplichting voor het aanduiden van de aanwezigheid van:
- de laagspanningsaansluitingen van netgebruikers;
- de kabels door de Belgische Spoorwegen op eigen terrein geplaatst;
- de kabels die de verschillende palen van een openbare verlichtingsinstallatie of van een lichtsignalisatie onderling verbinden alsook de kabels die deze palen verbinden met hun voedingsposten.

Evenmin moet de aanwezigheid van kabels, geplaatst in een openbare weg, aangeduid worden, wanneer de overheid die deze openbare weg beheert zich uitdrukkelijk tegen het plaatsen van merktekens verzet gezien de bijzondere aard van de wegbedekking.

d.4. Merktekens

De gebruikte merktekens moeten uit duurzaam materiaal zijn vervaardigd. Hun oppervlakte mag niet kleiner zijn dan 0,01 m^2 en hun kleinste afmeting niet kleiner zijn dan 0,08 m. Zij dragen, in reliëf op hun zichtbaar vlak, ten minste de volgende aanduidingen:
- één bliksemschicht voor de aanduiding van één enkele kabel;
- twee bliksemschichten voor de aanduiding van een bundel boven of naast elkaar liggende kabels.

d.5. Plannen van de ondergrondse leidingen

Voor wat betreft de verplichtingen van de eigenaar, zie *afdeling 9.1.4.*

d.6. Militair domein

Om redenen van militaire veiligheid mag de militaire overheid zich verzetten tegen de gehele of gedeeltelijke toepassing van dit *punt d.* op de installaties die zij gebruikt of die op haar domein liggen.

e. Gebruik van grote land- of waterwegen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, bij besluit en ieder voor wat hem betreft, bijzonderen voorschriften vaststellen.

f. Kruising met sporen van en spoorweg met breedspoor van een buurtspoorweg, van een metro of van een tramweg

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, bij besluit en ieder voor wat hem betreft, bijzonderen voorschriften vaststellen.

g. Langs de sporen van een buurtspoorweg, een metro of een tramweg

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, bij besluit en ieder voor wat hem betreft, bijzonderen voorschriften vaststellen.

Onderafdeling 5.2.10.3. Buizen in magnetisch metaal bij hoogspanning

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal.

Onderafdeling 5.2.10.4. Bijzondere regels bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Plaatsing in buizen

a.1. De buizen

De buizen mogen bestaan uit een thermoplastisch materiaal of uit staal.

Zij moeten, met uitzondering van de vlamverspreidende thermoplastische buizen, conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen zijn, of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De buizen uit thermoplastisch materiaal kunnen van het stijve, het soepel-gladde of het geringde type zijn.

De stalen buizen moeten bestaan uit een staalplaat met gelaste naad en uit hetzij gladde verbindingsstukken (TAL) hetzij draadgetrokken verbindingsstukken, indien de buizen voorzien zijn van uitwendige schroefdraad aan beide uiteinden (TAF).

Soepele buizen bestaan uit een spiraalvormig metalen omhulsel aan de buitenzijde, met al dan niet inwendige of uitwendige isolatiekoker.

De bochten of ellebogen van de buizen moeten uitgevoerd worden:
- hetzij in volle buis met behulp van aangepaste tangen of toestellen;
- hetzij door middel van werkwijzen aangepast aan de buizen, zoals het opwarmen voor de buizen uit thermoplastische stof;
- hetzij in voorgevormde stukken zoals bochten of T-vormige stukken onder rechte hoek.

De kniestukken en T-vormige stukken moeten uit twee delen bestaan; hun voegen moeten zodanig uitgevoerd zijn dat een voldoende afdichting verzekerd wordt.

a.2. Materieelkeuze

In buizen mogen geïsoleerde geleiders of kabels geplaatst worden.

a.3.Gebruiksvoorwaarden

Onder voorbehoud van de uitzonderingen, aangehaald in dit Boek, is de plaatsing in buizen in alle ruimten toegestaan.

a.4. Afmetingen van de buizen en aansluitingsbenodigdheden

De inwendige afmetingen van de buizen en aansluitingsbenodigdheden moeten zodanig zijn, dat het mogelijk is de geleiders of kabels gemakkelijk te trekken of te verwijderen na plaatsing van de buizen en hun onderdelen.

a.5. Plaatsing van de buizen – algemene regels

Het plaatsen van de buizen moet als volgt gebeuren:
- ze moeten voldoende vastgehecht worden en hun eventuele verbindingsmoffen mogen niet kunnen verschuiven;
- het moet steeds mogelijk zijn er de geleiders of kabels in te trekken of er uit te verwijderen;
- ze mogen de isolatie van de geleiders en kabels niet kunnen beschadigen en dit vooral aan de uiteinden;
- voor de ter plaatse gemaakte bochten in de buizen mag de kromtestraal niet kleiner zijn dan:
  - tienmaal de uitwendige diameter, bij metalen buizen;
  - achtmaal de uitwendige diameter, bij soepele thermoplastische buizen;
  - vijfmaal de uitwendige diameter, bij stijve thermoplastische buizen;
- voor het buigen van de buizen moet gebruik gemaakt worden van methoden conform de regels van goed vakmanschap;
- aangepaste maatregelen moeten worden genomen om te vermijden dat water zich kan ophouden in buizen en toestellen waarin deze uitmonden.

a.6. Verboden werkwijzen

Het is verboden:
- buizen in brandbaar materiaal te gebruiken tenzij ze verzonken zijn in niet-brandbare materialen met een minimum bedekking van 3 cm;
- verbindingen, aansluitingen of draadlassen tussen geleiders of kabels te verwezenlijken in de buizen;
- buizen uit thermoplastisch materiaal aan te wenden op plaatsen waar de temperatuur onder normale omstandigheden 60 °C kan overschrijden;
- in buizen leidraden, koperbanddraad of soepele CSuB-snoeren of gelijkaardige te trekken.

De eventuele aansluitingen in trek- en doorvoerkasten mogen slechts uitgevoerd worden op een passende klemmenblok.

a.7. Buizen in magnetisch metaal

De elektrische leidingen behorende tot eenzelfde wisselstroombaan moeten samengevoegd worden in een zelfde buis wanneer deze vervaardigd is uit een niet in de langsrichting gespleten magnetisch metaal, en wanneer deze leidingen beschermd worden door beschermingsinrichtingen met een nominale stroomsterkte groter dan 25 A.

a.8. Bijzondere regels van toepassing voor de montage van buizen in opbouw

Mechanische bescherming

De mechanische bescherming van de buizen moet aangepast zijn aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

Vasthechting van de buizen

De bevestiging van buizen moet uitgevoerd worden conform de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

a.9. Bijzondere regels van toepassing voor de in metselwerk, bepleistering of elke andere bekleding verzonken buizen

Bescherming tegen corrosie

Er moeten voorzorgsmaatregelen overeenkomstig de regels van goed vakmanschap worden getroffen om te vermijden dat buizen, geplaatst in een omgeving met scheikundig corrosief karakter, zouden aangetast worden.

Verbindingen en aansluitingen

In de verbindings-, aftak- en trekdozen moeten de geleiders of kabels toegankelijk blijven en knie- en T-vormige stukken zijn verboden.

b. Plaatsing onder sierlijsten, holle plinten en lijsten

b.1. Materialen

De sierlijsten, plinten en lijsten mogen uit hout of thermoplastisch materiaal bestaan. Zij moeten een voldoende mechanische weerstand bezitten.

b.2. Keuze van de elektrische leidingen

Geïsoleerde geleiders of eenaderige kabels mogen geplaatst worden onder sierlijsten, holle plinten en lijsten.

Indien de sierlijsten, plinten of lijsten gemaakt zijn uit brandbaar materiaal, moeten de geleiders of eenaderige kabels beantwoorden aan de bepalingen van *punt c.* van *onderafdeling 5.2.8.1.*

De gleuven van sierlijsten, holle plinten en lijsten moeten dusdanige afmetingen hebben dat de geleiders of eenaderige kabels er gemakkelijk kunnen in ondergebracht worden.

In de houten sierlijsten mag slechts één geleider of eenaderige kabel per gleuf geplaatst worden, tenzij deze geleiders of eenaderige kabels tot één en dezelfde stroombaan behoren.

Het gebruik van holle plinten zonder afdekking en met slechts één enkele gleuf is niet toegestaan voor de doorgang van geleiders of eenaderige kabels.

c. Plaatsing in de vrije lucht en plaatsing in opbouw

In de vrije lucht en in opbouw mogen enkel kabels geplaatst worden, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De bevestigingsmiddelen, kabelrekken, kraagstukken... moeten zodanig gekozen en geplaatst worden dat geen schade aan de elektrische leidingen wordt berokkend. Ze moeten geschikt zijn om zonder beschadiging te kunnen weerstaan aan de uitwendige invloeden waaraan ze blootgesteld worden.

In verticale gedeelten moet men zich ervan vergewissen dat de trekkrachten, uitgeoefend door het gewicht van de elektrische leidingen, niet kunnen leiden tot breuk of vervorming van de geleiders. Deze trekkrachten mogen niet uitgeoefend worden op de aansluitklemmen.

De bevestigingsmiddelen moeten zodanig ontworpen en gedimensioneerd zijn dat ze de elektrische leidingen niet beschadigen.

d. Open en gesloten goten

De plaatsing van geleiders die alleen van een basisisolatie zijn voorzien is verboden in open goten, met uitzondering van de onafhankelijke beschermingsgeleiders (PE) en de onafhankelijke PEN-geleiders.

De geïsoleerde geleiders mogen geplaatst worden in gesloten goten.

Indien geïsoleerde geleiders geplaatst zijn in gesloten goten die zich buiten de lokalen van de elektrische dienst bevinden, zijn deze goten volwandig en voorzien van een deksel dat slechts met behulp van gereedschap kan worden geopend.

De verbindingen voor koppelingen, aansluitingen of aftakkingen worden volgens de regels van goed vakmanschap uitgevoerd in verbindings- of aftakdozen of aan de klemmen van schakelaars of stopcontacten.

Wanneer in een goot elektrische leidingen worden aangewend op verschillende spanningen, moeten de verbindingen voor koppelingen, aansluitingen en/of aftakkingen worden uitgevoerd in compartimenten die de elektrische leidingen op verschillende spanningen van elkaar scheiden.

e. Kokers

De keuze van de elektrische leidingen in kokers moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waar de koker zich bevindt.

Het risico van vochtindringing in de kokers dient zorgvuldig vermeden te worden.

f. Open, gesloten of met zand gevulde kabelkanalen en kokers in de grond

De keuze van de elektrische leidingen in de kabelkanalen moet gebeuren in functie van de risico's verbonden met de plaats waarin het kabelkanaal zich bevindt.

De kabelkanalen moeten zodanig opgevat zijn dat ze gemakkelijk kunnen gereinigd worden, vooral in stoffige lokalen.

g. Holle constructieruimten

De geleiders, kabels en buizen, te plaatsen in holle constructieruimten, beantwoorden aan de bepalingen van de *punten c.*en *d.* van *onderafdeling 5.2.8.1.*

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn te plaatsen in holle constructieruimten (van plafonds of vloeren…).

Ingeval elektrische leidingen geplaatst worden in buizen die niet de vereiste mechanische weerstand bezitten, dienen deze mechanisch beschermd te worden op alle plaatsen waar beschadigingsrisico's bestaan, bv. bij plaatsing op vloerbalken.

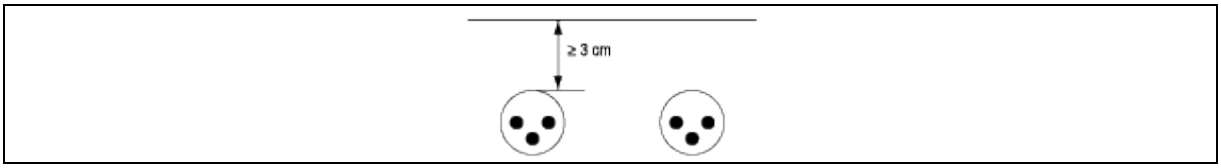
h. Verzonken plaatsing zonder buizen

h.1. Elektrische leidingen verzonken in beton of cement

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in wanden, vloeren en plafonds.

De in wanden, vloeren en plafonds verzonken elektrische leidingen worden bedekt met een laag beton of cement van minstens 3 cm.

Figuur 5.40. Verzonken plaatsing zonder buizen in beton of cement



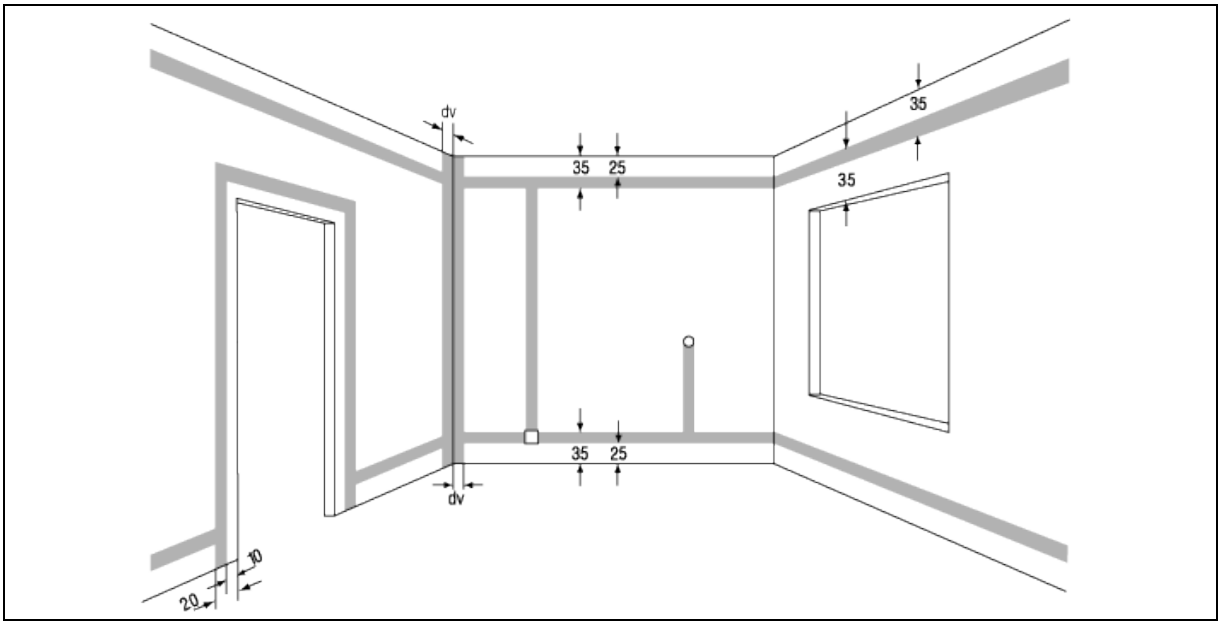
h.2. Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen

Het is verboden geleiders die alleen van basisolatie voorzien zijn verzonken te plaatsen in de muren van lokalen.

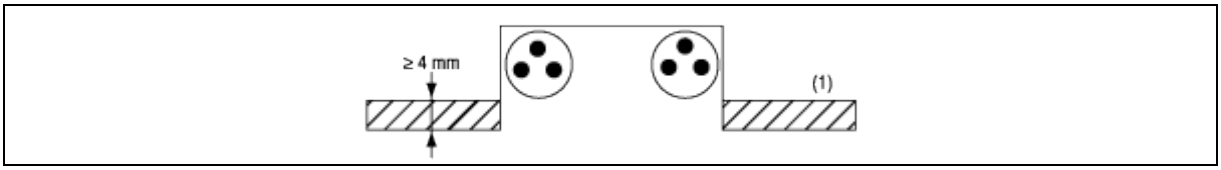
De elektrische leidingen verzonken zonder buis *in de muren van lokalen* beantwoorden aan volgende voorschriften:

- hun traject volgt alleen horizontale en verticale wegen, waarbij de horizontale wegen in een plafond haaks op de verticale wanden zijn aangebracht;
- de horizontale trajecten bevinden zich op 25 à 35 cm van de vloer of van het plafond en eveneens op 25 à 35 cm boven de onderkant van de bovendrempel van het raam, voor zover ze dan ten minste 25 cm onder het plafond liggen;
- de verticale trajecten bevinden zich zo dicht mogelijk in een hoek van het lokaal, of op 10 à 20 cm van de lijsten of kozijnen van de deuren;
- de plaatsing buiten dit profiel wordt, zoals hierboven beschreven, verticaal uitgevoerd ten opzichte van een zichtbaar elektrisch toestel of machine;
- zij worden aan geen enkele mechanische invloed onderworpen, noch tijdens de plaatsing, noch later;
- zij worden zonder beschadiging gehecht aan de wanden;
- de dikte van de dekkende bepleistering is niet dunner dan 0,4 cm.

Figuur 5.41 Elektrische leidingen verzonken in de muren van lokalen



Figuur 5.42. Schematische doorsnede van een sleuf



(1) Dekkende bepleistering

i. Geprefabriceerde leidingen

i.1. Bescherming tegen rechtstreekse aanraking

De beschermingsgraad der geprefabriceerde leidingen moet ten minste gelijk zijn aan IPXX-B. Deze elektrische leidingen beantwoorden aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

i.2. Verboden gebruik

Het gebruik van geprefabriceerde leidingen is verboden in wasruimten.

j. Installatie van evenwijdige draden op isolatoren

j.1. Gebruiksvoorwaarden

De installatie van evenwijdige draden van een elektrische leiding op isolatoren is overal toegestaan waar geen enkele mechanische bescherming noodzakelijk is, voor zover geen enkel voorschrift van dit Boek er zich tegen verzet en:

- de isolatoren onbrandbaar en niet hygroscopisch zijn;
- de elektrische leidingen zonder mantel noch de wanden van de lokalen noch de voorwerpen die er blijvend aanwezig zijn, raken.

De hierboven aangehaalde elektrische leidingen moeten uitgevoerd worden:

- hetzij als rails in kokers, afgesloten ruimten of gesloten kabelkanalen;
- hetzij als buizen;
- hetzij als al dan niet geïsoleerde geleiders.

j.2. Plaatsing

Blanke geleiders

De geleiders in de vorm van draden of kabels moeten voldoende aangespannen worden zonder dat hun elasticiteitsgrens bereikt wordt.

De afstand tussen geleiders van verschillende polariteit moet 10 cm zijn voor een spanwijdte kleiner dan 4 m en moet met 2 cm vermeerderd worden voor elke bijkomende meter spanwijdte.

De afstand tussen de draden of kabels en de wanden of voorwerpen moet 10 cm bedragen. Indien een kleinere afstand noodzakelijk is, wordt deze toegestaan als het aanrakingsrisico uitgesloten is door het dichter plaatsen van de steunen of door tussenplaatsing van een isolatiestof. De afstand tussen de geleiders en de niet-elektrische leidingen dient nochtans ten minste 5 cm te bedragen.

Rail- of buisgeleiders

De afstand tussen rail- en buisgeleiders en de aangrenzende elektrische leidingen of buizen moet ten minste 5 cm bedragen.

Indien ze verbonden zijn met geïsoleerde geleiders is het toegelaten dat, in normaal bedrijf, de temperatuur van deze geleiders over een bepaalde lengte de waarde overtreft die door de isolatie kan verdragen worden. Het is trouwens aangeraden de isolatie over deze lengte te verwijderen.

Geïsoleerde geleiders

De afstand tussen opeenvolgende isolerende steunen moet zodanig zijn dat:
- de geleiders van verschillende polariteit ten minste 1,5 cm van elkaar liggen;
- de geleider, eens geplaatst, zich bevindt op ten minste 1 cm van wanden en voorwerpen bij de uitwendige invloeden AD1 en AD2 (bepaald in *afdeling 2.10.3.*) en AE1 tot AE3 (bepaald in *afdeling 2.10.4.*) of 2 cm bij de uitwendige invloeden AD3 tot AD6 en AE4.

De horizontale spanwijdten moeten:
- kleiner zijn dan 1,20 m voor koperen geleiders met een doorsnee kleiner dan of gelijk aan 10 mm^2;
- kleiner zijn dan 1,50 m voor koperen geleiders met een doorsnede groter dan 10 mm^2;
- groter zijn wanneer men zonder hinder de doorbuiging van de spanwijdten kan verhogen.

k. Verwarmingspanelen en -leidingen

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, stelt bij besluit, de voorwaarden vast waaraan de verwarmingspanelen en leidingen en hun installatie dienen te voldoen.

l. Specifieke regels voor buiteninstallaties

De plaatsingswijze van de elektrische leidingen buiten de gebouwen moet beantwoorden aan de desbetreffende regels van goed vakmanschap, rekening houdend met de uitwendige invloedsvoorwaarden waaraan ze blootgesteld worden.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen ieder, voor wat hem betreft, bij besluit, bepaalde plaatsingswijzen opleggen en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

m. Specifieke regels voor installaties op zeer lage spanning (ZLS)

m.1. Algemeenheden

De algemeenheden van toepassing op de laagspanningsinstallaties, hernomen in *onderafdeling 5.2.1.1*, zijn van toepassing.

m.2. Plaatsingswijze

De plaatsingswijzen van elektrische leidingen, voorgeschreven voor laagspanning (zie *onderafdelingen 5.2.2.1. t.e.m. 5.2.2.4.*), zijn van toepassing. Deze voorschriften zijn, wat de plaatsingswijze betreft, vervat in *onderafdeling 5.2.10.4.* met uitzondering van deze in:
- de 1ste alinea van de *punt c.*;
- de 2e alinea van de *punt g.*;
- *punt h.2.*

Anderzijds wordt het gebruik van geprefabriceerde leidingen toegelaten op voorwaarde dat, ten einde de bescherming tegen elektrische schokken door rechtstreekse aanraking te verzekeren, hun beschermingsgraad ten minste gelijk is aan IPXX-B.

m.3. Aanvullende voorschriften

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, mogen, ieder voor wat hem betreft, bij besluit, andere

plaatsingswijzen van elektrische leidingen en geleiders toestaan en de na te leven veiligheidsvoorschriften vastleggen.

Hoofdstuk 5.3. Elektrische apparatuur (bescherming, bediening, scheiding en toezicht)

Afdeling 5.3.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de keuze en ingebruikname van de elektrische apparatuur voor bescherming, bediening, scheiding en toezicht. Hierbij moet onder andere rekening gehouden worden met de uitwendige invloeden, zoals gedefinieerd in *hoofdstuk 2.10.*:

- AA – omgevingstemperatuur;
- AD – aanwezigheid van water;
- AE – aanwezigheid van vreemde vaste lichamen;
- AF – aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen;
- AG – mechanische belasting veroorzaakt door schokken;
- AH – mechanische belasting veroorzaakt trillingen;
- AK – aanwezigheid van flora en /of schimmelvorming en AL aanwezigheid van fauna;
- AM – elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden en AN zonnestraling;
- BA – bekwaamheid van personen;
- BB – toestand van het menselijk lichaam;
- BC – aanraking van het aardpotentiaal door personen;
- BD – mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen;
- BE – aard van de behandelde of opgeslagen goederen;
- CA – bouwmaterialen;
- CB – structuur van gebouwen.

Afdeling 5.3.2. Keuze en ingebruikname van machines en elektrische toestellen in functie van de uitwendige invloeden

Onderafdeling 5.3.2.1. In functie van de omgevingstemperatuur (AA)

De elektrische machines en toestellen moeten uitgekozen en gebruikt worden volgens de bepalingen van *tabel 5.2.* rekening houdend met de temperaturen, die in de ruimten waar zij aangewend worden, optreden.

Tabel 5.2. Keuze en aanwending van materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	***Omgevingstemperatuur***	***Karakteristieken van het materieel en de aanwending ervan***
AA1	−60 °C tot +5 °C	Speciaal ontworpen materiaal of aangepaste schikkingen
AA2	−40 °C tot +5 °C	
AA3	−25 °C tot +5 °C	
AA4	−5 °C tot +40 °C	Normaal
AA5	+ 5 °C tot +40 °C	
AA6	+ 5 °C tot +60 °C	Speciaal ontworpen materieel of aangepaste maatregelen

Voor bijzonder materieel mag rekening gehouden worden met de temperaturen vermeld in *tabel 5.3.*

Tabel 5.3. Keuze en aanwending van bijzonder materieel in functie van de omgevingstemperatuur (AA)

Code	*Temperatuur*	*Kenmerken van het materieel en de aanwending ervan*
AA7	−15 °C tot +25 °C	Normaal materieel voor buitenopstelling
AA8	+5 °C tot +30 °C	Normaal materieel voor gewoonlijk verwarmde lokalen

Onderafdeling 5.3.2.2. In functie van de aanwezigheid van water (AD)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen voor wat betreft het binnendringen van vloeistoffen moet bepaald worden volgens de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan de bepalingen die ten minste een gelijkwaardig

veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.4.*

Tabel 5.4. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van water (AD)

Code	*Aanwezigheid van water*	*Beschermingsgraad*
AD1	te verwaarlozen aanwezigheid	IPX0
AD2	tijdelijk vochtig	IPX1
AD3	Vochtig	IPX3
AD4	Nat	IPX4
AD5	Besproeid	IPX5
AD6	watermassa's	IPX6
AD7	overstroomde ruimten	IPX7
AD8	permanent ondergedompeld	IPX8

Onderafdeling 5.3.2.3. In functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

De beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen tegen het binnendringen van vreemde vaste lichamen beantwoordt aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm, rekening houdend met de voorschriften van *tabel 5.5*.

Tabel 5.5. Beschermingsgraad van elektrische machines en toestellen in functie van de aanwezigheid van vreemde vaste lichamen (AE)

Code	*Vreemde vaste lichamen*		*Beschermingsgraad*
AE1	Grote afmetingen		IP2X of IP0X volgens de beschermingsgraad die al of niet is voorgeschreven voor gevaren bij rechtstreekse aanraking
AE2	Kleinste afmeting 2,5 mm		IP3X
AE3	Kleinste afmeting 1 mm		IP4X
AE4	Stofdeeltjes	Bij indringingsmogelijkheid	IP5X
		Bij vereiste stofdichtheid	IP6X

Onderafdeling 5.3.2.4. In functie van de aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen (AF)

Wanneer de hoeveelheid of de aard van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen verwaarloosbaar is (AF1) op elektrische machines of toestellen moeten deze aan de regels van goed vakmanschap beantwoorden die voor de normale gebruiksomstandigheden gelden.

Bij aanwezigheid van corrosieve of milieuverontreinigende stoffen afkomstig uit de atmosfeer (AF2) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze met succes weerstaan aan de zoutnevelproef die is voorgeschreven hetzij in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze echter onderworpen worden aan een onderbroken of toevallige inwerking van chemische producten (AF3) moeten de elektrische machines en toestellen zo ontworpen en uitgevoerd zijn dat ze weerstaan aan een corrosieproef zoals voorgeschreven hetzij in de van toepassing zijnde, door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij in bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Wanneer ze aan een permanente inwerking van chemische producten zijn blootgesteld (AF4) moeten de elektrische machines en toestellen speciaal bestudeerd zijn voor deze toestand of moeten zij voorzien worden van een beschermingsbekleding die bijzonder is aangepast aan de aard van de aangehaalde reagentia. De Ministers die Energie alsook het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen ieder, voor wat hem betreft, in dit verband, bij besluit, bijzondere voorwaarden vastleggen.

Onderafdeling 5.3.2.5. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door schokken (AG)

De elektrische machines en toestellen moeten een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten belasting overeenkomstig de uitwendige invloed AG1, AG2 of AG3.

Onderafdeling 5.3.2.6. In functie van mechanische belasting veroorzaakt door trillingen (AH)

Wanneer de elektrische machines en toestellen aan trillingen worden onderworpen die door de regels van goed vakmanschap als middelmatig of belangrijk worden aangeduid (AH2 of AH3) moeten zij hiervoor speciaal bestudeerd worden of dienen, te hunnen opzichte, speciale maatregelen genomen te worden.

Onderafdeling 5.3.2.7. In functie van de aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming (AK) en fauna (AL)

De te nemen maatregelen tegen flora en/of schimmelvorming zijn afhankelijk van de aard van deze laatste en van de plaatselijke omstandigheden. Het risico is afhankelijk hetzij van de schadelijke inwerking van de plantengroei hetzij van zijn overmaat.

De eventueel te nemen beschermingsmaatregelen tegen fauna zijn afhankelijk volgens het geval van:
- een aangepaste beschermingsgraad tegen het binnendringen van vaste lichamen;
- voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van deze fauna te vermijden zoals reiniging, gebruik van pesticiden...

Onderafdeling 5.3.2.8. In functie van elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden (AM) en zonnestraling (AN)

De bijzondere beschermingsmaatregelen, hierna vermeld, moeten eventueel aangewend worden.

Tegen zwerfstromen (AM2):
- versterkte isolatie;
- speciale beschermingsbekledingen;
- kathodische bescherming;
- bijkomende equipotentiaalverbinding.

Tegen elektromagnetische (AM3) of ioniserende (AM4) invloeden:
- zich verwijderen van de stralingsbronnen;
- tussenplaatsen van schermen;
- omhulsels uit speciale materialen.

Tegen elektrostatische invloeden (AM5):
- geaard scherm;
- verminderen van de oppervlakteweerstand van isolatiematerialen;
- bijkomende equipotentiaalgeleiders;
- opstelling op niet-geleidende plaatsen.

Tegen geïnduceerde stromen (AM6):
- zich verwijderen van de inducerende stroombronnen;
- tussenplaatsen van schermen.

Tegen zonnestraling die het elektrische materieel kan schaden (AN2):
- materialen bestand tegen ultraviolette straling;
- bekledingen met speciale kleur;
- tussenplaatsen van schermen.

Onderafdeling 5.3.2.9. In functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Bij keuze van elektrische machines en toestellen moet rekening gehouden worden met de bepalingen van *tabel 5.6.*

Tabel 5.6. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de bekwaamheid van personen (BA)

Code	***Bekwaamheid van personen***	***Karakteristieken en aanwending van het materieel***
BA1	Gewone	Normaal
BA2	Kinderen	Materieel met een beschermingsgraad hoger dan IPXX-B
BA3	Gehandicapten	Ongenaakbaarheid van materieel waarvan de temperatuur van de buitenvlakken 80 °C overtreft
BA4	Gewaarschuwden	Materieel zonder bescherming tegen rechtstreekse aanraking is toegelaten
BA5	Vakbekwamen	

Onderafdeling 5.3.2.10. In functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BB, functie van de elektrische weerstand van het menselijk lichaam; rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.7.*

Tabel 5.7. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van de toestand van het menselijk lichaam (BB)

Code	***Toestand van het menselijk lichaam***	***Karakteristiek van het materieel en zijn aanwending***
BB1	Droge huid of vochtig door transpiratie	Normaal
BB2	Natte huid	Aangepaste beschermingsmaatregelen
BB3	Ondergedompeld in water	

Onderafdeling 5.3.2.11. In functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BC, functie van de frequentie van de contacten van personen met het aardpotentiaal; de klasse van het aangewende materieel zal bepaald worden rekening houdend met de bepalingen van *tabel 5.8.*

Tabel 5.8. Keuze van elektrische machines en toestellen in functie van contact met het aardpotentiaal door personen (BC)

Code	*Klasse van het contact*	*Klasse van het materieel*			
		0-0I	*I*	*II*	*III*
BC1	Geen	A	A	A	A
BC2	Zwak	A	A	A	A
BC3	Veelvuldig	+	A	A	A
BC4	Voortdurend	+	(1)	(1)	(2)

A: toegelaten materieel
+: verboden materieel
(1) volgens de beschermingsmaatregel: veiligheidsscheiding van de stroombanen beperkt tot één enkel toestel per transformator
(2) volgens de beschermingsmaatregel: gebruik van zeer lage veiligheidsspanning

Onderafdeling 5.3.2.12. In functie van de aard van de behandelde en opgeslagen goederen (BE)

De keuze van elektrische machines en toestellen moet, naargelang het geval, gebeuren met inachtneming van de uitwendige invloeden BE, volgens de aard van de behandelde of opgeslagen goederen:

- BE2 brandgevaar: *afdelingen 4.3.3.* en *5.2.8.*;
- BE3 ontploffingsgevaar: *hoofdstuk 7.3.;*
- BE4 gevaar voor bezoedeling: *afdeling 4.6.3.*

Onderafdeling 5.3.2.13. In functie van de bouwmaterialen (CA)

Wanneer er de uitwendige invloed CA2 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden; er moet ondermeer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Onderafdeling 5.3.2.14. In functie van de structuur van gebouwen (CB)

Wanneer de uitwendige invloed CB2, CB3 of CB4 is, moeten de elektrische machines en toestellen een bescherming hebben die weerstaat aan de te verwachten invloeden. Voor CB2 moet onder meer aan de voorschriften van *afdeling 4.3.3.* worden voldaan.

Afdeling 5.3.3. Bedienings- en scheidingswijzen

Onderafdeling 5.3.3.1. Veiligheidsonderbreking

a. Scheiding bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen. Deze inrichtingen moeten alle actieve geleiders onderbreken met inbegrip van de nulgeleider, uitgezonderd:

- in het TN-C-systeem waar het onderbreken van de PEN geleider verboden is;
- in het TN-S-systeem waar het toegelaten is de nulgeleider niet te onderbreken;
- in het TT-systeem, waar het onderbreken van de nulgeleider wordt verwezenlijkt onder de voorwaarden beschreven in de laatste alinea van *4.2.3.4.c.4*.

a.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspannings-laagspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspannings-laagspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen;
- op de secundaire wikkeling van transformatoren die ontladingslampen voeden en van transformatoren waarvan het vermogen 500 VA niet overschrijdt.

Wanneer transformatoren voorzien worden om parallel geschakeld te werken en waarbij de nulgeleiders onderling verbonden worden zonder geaard te zijn, moeten de scheidingsinrichtingen gelijktijdig de nulgeleider en de fasegeleiders onderbreken.

a.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.

1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning moet één van de volgende inrichtingen worden gebruikt:
   - meerpolige en enkelpolige scheidingsschakelaars;
   - stopcontacten;
   - vervangingselementen voor smeltveiligheden;
   - scheidingsmessen;
   - speciaal ontworpen contactklemmen waarbij het verplaatsen van een geleider niet vereist is;
   - lastscheidingsschakelaars die gelijkgesteld worden met scheiders wanneer ze voldoen aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de scheiders met onderbreking in de lucht en gebruikt bij laagspanning en bij zeer lage spanning of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de automatische schakelaars en de differentieelstroominrichtingen voor zover ze voldoen aan de voorschriften aangaande de scheidingsfunctie van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - de uittrekbare gedeelten en de wegneembare delen van de geprefabriceerde schakel- en verdeelinrichtingen wanneer ze beantwoorden aan de voorschriften van de door de Koning bekrachtigde norm voor de geprefabriceerde laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen of aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
   - automatische scheidingssystemen die de ontkoppeling verzekeren tussen het distributienet en een autonome bron die geen deel uitmaakt van het distributienet en die in parallel met dit net kan werken.
2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning en wanneer de inrichtingen vermeld onder 1. niet worden voorzien, moet de afstand tussen de spanning staande delen gelijk zijn aan 9 mm. In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.
3. Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

a.4. Aanwending van bijkomende middelen

Bij zeer lage spanning en laagspanning mogen de inrichtingen niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:
- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:
- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

Aan deze laatste voorwaarde wordt, in het geval van autonome bronnen die geen deel uitmaken van het distributienet en die in parallel met dit net kunnen werken voldaan, indien deze, onverminderd de bepalingen van *6.4.1. en 6.4.6.2.*, beantwoorden aan de volgende schikkingen:
- er dient een vergrendelbare veiligheidsonderbreking voorzien te worden toegankelijk voor de distributienetbeheerder. Het mechanisme moet werken op basis van een ontkoppelingsbeveiliging die loskoppeling beveelt bij abnormale variatie van spanning en/of frequentie;
- voor autonome bronnen met een maximaal AC-vermogen kleiner dan of gelijk aan 30 kVA, mag als alternatief een automatisch scheidingssysteem voorzien worden dat beantwoordt aan de volgende voorwaarden:
  1. bestaan uit twee in serie geplaatste elementen die ieder de ontkoppeling van de stroombaan met het distributienet bewerkstelligen. Een van de elementen verzekert een fysische scheiding door middel van een alpolige automatische lastscheidingsschakelaar; het tweede element mag, in afwijking van eerste alinea van *a.3.*, een elektronisch schakelsysteem zijn;
  2. verzekeren dat een galvanische scheiding tot stand komt binnen de 5 seconden wanneer de voeding van het net wordt afgeschakeld of wegvalt.

b. Scheiding bij hoogspanning

b.1. Algemeen

Teneinde de scheiding van iedere elektrische installatie of gedeelte ervan mogelijk te maken moeten inrichtingen voorzien worden die deze scheiding toelaten bij onderhoud, bij nazicht en foutzoeken en bij herstellingen.

b.2. Stroomopwaartse en stroomafwaartse scheiding van hoogspanningstransformatoren

De aansluiting van iedere hoogspanningstransformator moet voorzien zijn van scheidingsinrichtingen en dit zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts, zoals voorgeschreven in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Dit voorschrift is niet van toepassing:
- op de transformator die een geheel vormt met een andere elektrische machine of toestel. In dat geval, kunnen de scheidingsinrichtingen tussen de transformator en de elektrische machine of toestel waarmee hij een geheel vormt, worden weggelaten;
- op transformatoren voor meettoestellen.

b.3. Keuze en kenmerken van het materieel

Inrichtingen met halfgeleiders mogen niet aangewend worden voor scheidingsdoeleinden.

De controle van de stand van een scheidingsschakelaar of van een scheidingsinrichting moet mogelijk zijn op één van de volgende wijzen:
- de scheiding is zichtbaar;
- de stand van ieder beweegbaar contact dat de scheidings- of isolatieafstand tussen ieder contact verzekert wordt aangeduid door een inrichting overeenkomstig de voorwaarden van de desbetreffende norm, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd, of van een besluit, genomen door de Ministers die Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, en dit ieder wat hen betreft.

Een van de volgende inrichtingen moet gebruikt worden:
- meerpolige of éénpolige scheidingsschakelaar;
- het loskoppelen van een toestel;
- het wegnemen van de geleiders, de rails of de scheidingsstrippen;
- vervangelement van smeltveiligheden;

- lastscheidingsschakelaar;
- vermogenscheidingsschakelaar.

Wanneer geen van deze inrichtingen worden gebruikt, wordt de minimumafstand in mm tussen de onder spanning staande delen gegeven door volgende formule:

$50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$

Daarin is U_N de nominale spanning tussen fasen, uitgedrukt in kV.

In dit geval moeten de middelen, die het eerbiedigen van deze afstand toelaten, op een veilige wijze aangewend worden door de gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen .

Indien de frequentie verschilt van de industriële frequentie conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde norm, moeten de afstanden, aangepast volgens de regels van goed vakmanschap, toegepast worden.

b.4. Aanwending van bijkomende middelen

De inrichtingen zijn zodanig ontworpen en geïnstalleerd dat ze niet ontijdig terug gesloten kunnen worden onder invloed van voorzienbare schokken.

Er moeten onder andere schikkingen getroffen worden om het voortijdig onder spanning brengen van het materieel te voorkomen zolang er personen aan werken; deze schikkingen worden getroffen door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) persoon en kunnen bestaan uit:

- vergrendeling door slot of hangslot;
- aanbrengen van waarschuwingsborden;
- opstelling in een met sleutel afgesloten lokaal;
- kortsluiting en aarding van de actieve delen.

Zo nodig moeten ook andere schikkingen genomen worden teneinde:

- de ontlading van alle capacitieve energie te verzekeren;
- terugvoeding te vermijden wanneer de installatie door verschillende bronnen wordt gevoed.

c. Onderbreking om mechanisch onderhoud mogelijk te maken

c.1. Algemeen

De onderbreking bij mechanisch onderhoud wordt voorzien om toe te laten de elektrische voeding van gedeelten van het materieel af te snijden. Aldus worden ongevallen voorkomen die verschillen van deze te wijten aan elektrische schokken of boogontladingen en dit op het ogenblik van het niet-elektrisch onderhoud van het materieel.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud en de stuurhulpmiddelen die ermee overeenstemmen moeten met de hand bediend worden en een uitwendig zichtbare scheiding hebben ofwel een stand hebben die klaar en veilig wordt aangeduid. De aanduiding van deze stand zal slechts dan zichtbaar zijn wanneer de stand «STILSTAND» of «OPEN» voor iedere pool werd bereikt. Bijkomende standen zoals bijvoorbeeld «WERKING», «TESTEN», «UITGESCHAKELD» kunnen voorzien worden op voorwaarde dat ze klaar en duidelijk staan aangegeven.

De onderbrekingsinrichtingen voor mechanisch onderhoud moeten zo opgevat en geïnstalleerd worden dat iedere ontijdige hersluiting, bijvoorbeeld door schokken of trillingen, voorkomen wordt.

De scheiding is ook als een geldige inrichting te beschouwen.

c.2. Keuze van het materieel bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen niet noodzakelijk alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden met één van volgende middelen:

- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen;
- stopcontacten.

c.3. Keuze van het materieel bij hoogspanning

De inrichtingen voor onderbreking bij mechanisch onderhoud moeten bij voorkeur opgesteld worden in de hoofdvoedingsstroombaan. Zij dienen alle actieve voedingsgeleiders te onderbreken. De onderbreking van de stuurstroombaan wordt echter toegelaten op voorwaarde dat een bijkomende veiligheidsinrichting een evenwaardige onderbrekingsbeveiliging verzekert als deze van de hoofdvoeding of wanneer overeenkomstige voorschriften dit toelaten.

De onderbreking voor mechanisch onderhoud kan bijvoorbeeld verwezenlijkt worden door middel van:
- meerpolige onderbrekingsschakelaars;
- automatische schakelaars;
- stuurhulpmiddelen.

d. Elektrische noodonderbreking

d.1. Algemeenheden

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking moeten voorzien worden voor ieder gedeelte van een installatie waarvoor het nodig kan zijn om de voeding te onderbreken en aldus een gevaar uit te sluiten. Wanneer dit gevaar gevormd wordt door een beweging wordt deze inrichting «noodstop» genoemd.

Een inrichting voor elektrische noodonderbreking en/of een middel voor noodstop kunnen voorzien worden voor verscheidene toepassingen en dit volgens de desbetreffende regels van goed vakmanschap.

De bedoelde inrichtingen voor elektrische noodonderbreking, met inbegrip van deze voor noodstop, moeten op zodanige wijze opgesteld worden dat ze gemakkelijk herkenbaar zijn en snel kunnen bereikt worden.

d.2. Keuze en kenmerken van het materieel

De middelen voor elektrische noodonderbreking met inbegrip van de noodstopinrichtingen zijn in staat de vollaststroom te onderbreken van het overeenstemmend gedeelte van de installatie met inbegrip van de stroom van eventueel geblokkeerde motoren. Zij kunnen samengesteld zijn uit:
- een enkelvoudige onderbrekingsinrichting die rechtstreeks de hoofdvoeding afsnijdt;
- een samenstelling van verschillende toestellen in werking gesteld door één enkele beweging en waardoor het gevaar wordt afgewend door onderbreking van de voeding van het betrokken gedeelte van de installatie. Men kan hierbij echter het behoud van de voeding voor elektrisch afremmen behouden. Voorbeelden:
  - onderbrekingsschakelaars van de hoofdstroombaan;
  - drukknoppen en dergelijke in de stuurstroombaan.

Handbediende inrichtingen moeten bij voorkeur gekozen worden voor de rechtstreekse onderbreking van de hoofdstroombaan.

Contactoren met afstandsbesturing moeten geopend worden door het afsnijden van de voeding van de spoel of door het aanwenden van andere technieken die een gelijkwaardige veiligheid bieden.

De stuurmiddelen (handkrukken, drukknoppen...) van de inrichtingen moeten duidelijk aangegeven zijn, zo mogelijk door hun rode kleur die met de basiskleur contrasteert.

De inrichtingen voor elektrische noodonderbreking dienen vergrendelbaar te zijn (elektrisch of mechanisch) en dit in de stand voor onderbreking of stilstand. Niet-vergrendelbare inrichtingen worden aanvaard wanneer de inrichting en de middelen voor het opnieuw starten onder de bewaking staan van eenzelfde persoon. Deze bewaking is bestendig volgens behoefte.

Onderafdeling 5.3.3.2. Aarden bij hoogspanning

Naargelang het geval moet iedere installatie of gedeelte van installatie op hoogspanning kunnen geaard worden voor zover deze maatregel niet van aard is de algemene veiligheid van de installatie te verminderen.

Onderafdeling 5.3.3.3. Functionele besturing

a. Algemeen

Een stuurinrichting moet stroomopwaarts geplaatst worden van elektrische machines, toestellen of leidingen waarvoor het kan vereist zijn de voeding tot stand te brengen of te onderbreken onafhankelijk van de andere gedeelten van de installatie.

b. Keuze van de stuurinrichting

De hierna beschreven inrichtingen kunnen gebruikt worden op voorwaarde dat zij voldoen aan de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of dat zij beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen:

- stopcontacten met een maximale stroomsterkte van 16 A voorzien voor een dienstspanning gelijk aan of kleiner dan 500 V wisselspanning en 250 V gelijkspanning;
- schakelaars;
- automatische schakelaars;
- contactoren;
- stuurhulpmiddelen;
- elektronische schakelingen.

c. Onderbreking van geleiders

c.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Wanneer er geen gevaren uit voortspruiten is het toegelaten niet al de actieve geleiders te onderbreken.

Tenzij voor het uitvoeren van metingen is het niet toegelaten een éénpolige stuurinrichting te voorzien in de nulgeleider.

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

In de TN-installaties is het echter toegelaten de nulgeleider niet te onderbreken wanneer de nulgeleiders van twee bronnen met dezelfde aardverbinding zijn verbonden.

c.2. Bij hoogspanning

De stuurinrichtingen die de omschakeling van voedingsbronnen verzekeren moeten op alle actieve geleiders inwerken en mogen deze bronnen niet ontijdig parallel schakelen.

d. Plaatsing

Ieder elektrisch gebruikstoestel of iedere elektrische machine moet bediend worden via een stuurinrichting.

Deze inrichting is noodzakelijk zelfs wanneer de werking van de elektrische machine of het elektrisch gebruikstoestel afhankelijk is van een relais, een thermostatische schakelaar of van een ander analoog orgaan.

Het is echter toegelaten dat:

- eenzelfde stuurinrichting verschillende elektrische machines of toestellen beveelt waarvan de werking gelijktijdig verloopt;
- op de voedingsstroombaan van een elektrische machine of toestel geen stuurinrichting wordt voorzien wanneer deze machine of dat toestel zelf een algemene schakelaar bevat.

e. Stuurinrichtingen

Buiten de hierboven beschreven inrichtingen moeten de motoren, overeenkomstig de regels van goed vakmanschap, ook voorzien worden van aangepaste stuurinrichtingen wanneer het aanzetten zonder deze voorzieningen de werking van andere gebruiksmiddelen abnormaal zou verstoren.

Uitgezonderd bij dwingende veiligheidsredenen moeten de stuurinrichtingen van motoren zo opgevat zijn dat na een onderbreking de automatische herinschakeling van de motor belet wordt wanneer het heraanzetten ervan gevaar zou kunnen opleveren voor personen.

f. Besturingsstroombaan

De besturingsstroombanen moeten zo opgevat en uitgevoerd worden dat ze de veiligheid van personen niet in het gedrang brengen en dat ze een efficiënte beveiliging van het materieel bieden wanneer zich een defect in de apparatuur voordoet.

Zij moeten onder meer opgevat en verwezenlijkt worden om de risico's te beperken die voortspruiten uit een toevallig contact van één of meerdere punten van de stuurstroombaan met de massa (of de aarde). Dit zou namelijk een ontijdig aanzetten kunnen tot gevolg hebben of zou het stilzetten van de elektrische machine of het toestel onder sturing kunnen beletten.

Onderafdeling 5.3.3.4. Gelijktijdige functies

De functies voor veiligheidsonderbreking en functionele sturing kunnen geheel of gedeeltelijk verenigd worden in eenzelfde inrichting op voorwaarde dat alle voorschriften voor iedere functie worden nageleefd.

Onderafdeling 5.3.3.5. Voorschriften voor stopcontacten bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Stopcontacten waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 16 A bij een nominale spanning groter dan 500 V wisselspanning en 50 V gelijkspanning of waarvan de nominale stroomsterkte gelijk aan of groter is dan 32 A moeten:
- hetzij een onderbrekingsvermogen en een levensduur hebben beantwoordend hetzij aan de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm;
- hetzij voorzien zijn van een mechanische of elektrische vergrendeling die het inbrengen of uittrekken van de stopcontact onder spanning onmogelijk maakt.

Dit voorschrift is echter niet van toepassing op contactdozen en contactstoppen voor synchronisatie, voor voltmeter of voor meettoestellen.

De beschermingsgraad van de contactdozen bedraagt ten minste IPXX-B.

Onderafdeling 5.3.3.6. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor automatische schakelaars en differentieelstroominrichtingen (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) na een uitschakeling door een fout automatische terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:
- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte beschermingsinrichtingen.

Het toestel voor automatische wederinschakeling moet aan de volgende bijzondere eisen beantwoorden:
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag alleen met een differientieelstroominrichting gekoppeld worden;
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet bij werkzaamheden aan de elektrische installatie of bij een manuele werking van de beschermingsinrichting uitgeschakeld worden (mode activeren/desactiveren en mechanische vergrendeling);
- het toestel voor automatische wederinschakeling moet voorzien zijn van een signalisatie van zijn toestand (werking en fout);
- alleen een toestel voor automatische wederinschakeling met evaluatie voor herinschakeling is toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag niet zich inschakelen wanneer de beschermingsinrichting manueel is uitgeschakeld;
- maximaal drie pogingen van automatische wederinschakeling zijn gedurende de resettijd van het toestel voor automatische wederinschakeling in de foutvoorwaarden toegelaten;
- het toestel voor automatische wederinschakeling mag geen parameters hebben die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden;

b. Bijzondere voorschriften

Voor de ruimten waar de aanwezigheid van personen niet gebruikelijk is (technische lokalen voor uitrustingen voor telecommunicatie of verkeersborden, serverlokalen, automatische spoorwegovergang, …) en in afwijking van de bijzondere eisen van de 4de alinea van *punt a.* van *onderafdeling 5.3.3.6.*, is het toegelaten:
- een toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een geschikte automatische schakelaar te plaatsen; of/en
- een toestel voor automatische wederinschakeling met parameters die door de gebruiker kunnen gewijzigd worden te plaatsen.

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor beschermingsinrichtingen (automatische schakelaar en differentieelstroominrichting) onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet voor het toestel voor automatische wederinschakeling gekoppeld met een automatische schakelaar:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van de beschermingsinrichting rekening houdt met de veilige temperatuur van het elektrisch materieel.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelbord moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het principeschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Onderafdeling 5.3.3.7. Toestellen voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen (Bij hoogspanning)

a. Algemeenheden

De toestellen voor automatische wederinschakeling zijn bedoeld om overstroom-beschermingstoestellen na een uitschakeling door een fout automatisch terug in te schakelen om zo de bedrijfscontinuïteit te herstellen.

De toestellen voor automatische wederinschakeling moeten voldoen:
- hetzij aan de schikkingen van de desbetreffende normen, door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd;
- hetzij aan de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk de Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor zijn domein;
- hetzij aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Ze zijn in overeenstemming met de voorschriften van de fabrikant geplaatst en gebruikt, met geschikte overstroom-beschermingstoestellen.

b. Bijzondere voorschriften

Voor elektrische installaties in ruimten met verhoogd brandgevaar is het gebruik van een toestel voor automatische wederinschakeling voor overstroom-beschermingstoestellen onder foutomstandigheden verboden. Deze bepaling geldt niet:
- voor de stroombanen ondergebracht in een zone 22 van een ruimte BE3; of
- als de noodzakelijke vertragingstijd voor de automatische werderinschakeling van het overstroom-beschermingstoestel rekening houdt met de veilige temperatuur van de machine.

c. Markeringen

De aanwezigheid van een toestel voor automatische wederinschakeling in een schakel- en verdeelinrichting moet aangeduid worden door een etiket dat naast het toestel voor automatische wederinschakeling moet geplaatst worden. Ze vermeldt: *"Waarschuwing: Voor elke toegang tot de actieve delen, de functie van de automatische wederinschakeling desactiveren en de bijbehorende beschermingsinrichting uitschakelen."*

De betrokken stroombanen moeten duidelijk gemerkt worden.

Het principeschema moet de aanwezigheid van toestellen voor automatische wederinschakeling vermelden.

Afdeling 5.3.4. Gebruikstoestellen gevoed op laagspanning en op zeer lage spanning

Onderafdeling 5.3.4.1. Verlichtingstoestellen

a. Binnenverlichtingstoestellen

De binnenverlichtingstoestellen mogen niet gevoed worden op een spanning hoger dan 250 V.

b. Buitenverlichtingstoestellen

De delen waarlangs de geleiders binnengaan in de buitenverlichtingstoestellen moeten zo geplaatst zijn dat ze de isolerende mantel van de geleiders niet beschadigen en dat het indringen van vocht in de lamphouder vermeden wordt.

c. Bevestiging van de toestellen

De verlichtingstoestellen moeten zo worden bevestigd dat herhaalde omwentelingen in de zelfde zin (bijvoorbeeld bij het onderhoud ervan) noch de val van de toestellen kan veroorzaken noch de isolatie van de geleiders kan beschadigen.

d. Opgehangen toestellen

Tenzij anders vermeld in deze onderafdeling moet men er over waken dat de toestellen zo worden opgehangen dat hun bevestiging aan volgende voorschriften beantwoordt:
- de ophanging wordt niet verzekerd door bevestiging aan de voedingsgeleiders;
- een geïsoleerd verbindingsstuk scheidt de metalen delen van het toestel van zijn steun wanneer het toestel niet van de klasse I is.

Toch mag men de geleiders ook als ophangdraden gebruiken wanneer de verbindingen met de lampen, de verlichtingsarmaturen en de plafondverbindingsdozen aan geen enkele trekkracht worden onderworpen en wanneer het gewicht van het opgehangen toestel 5 kg niet overschrijdt. Bovendien mag in de kern van de geleider de trekspanning niet groter zijn dan 15 N/mm². Het aanwenden van een knoop in de elektrische leiding als tractiestop is verboden.

De opgehangen verlichtingstoestellen moeten zo opgesteld worden dat hun geleiders niet kunnen beschadigd worden door ronddraaien of elke andere verplaatsing van deze toestellen.

e. Verlichtingstoestellen met lamphouders

e.1. Keuze van de lamphouders

De lamphouders moeten gekozen worden rekening houdend met de stroom alsook met het opgenomen vermogen door de lampen die voorzien werden.

De schroeflamphouders met genaakbare actieve delen, of deze die een echtstreekse aanraking met de lampvoet toelaten wanneer de lampen aangebracht zijn, mogen niet gebruikt worden in open toestellen tenzij ze buiten het genaakbaarheidsgabarit van de gebruiker opgesteld zijn. In alle andere gevallen, mogen ze slechts aangewend worden in verlichtingstoestellen die slechts met behulp van gereedschap kunnen geopend worden.

e.2. Elektrische leidingen

Het is verboden elektrische leidingen aan de verlichtingstoestellen te bevestigen door middel van metalen klemmen die hun isolatie kunnen beschadigen. Bijzondere beschermingsstukken uit isolatiemateriaal worden aangebracht daar waar de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd zou kunnen worden.

De doorlaatpijpen in de verlichtingstoestellen moeten derwijze afgewerkt zijn dat de elektrische leidingen gemakkelijk kunnen worden doorgetrokken zonder dat de isolatie van de elektrische leidingen beschadigd wordt.

e.3. Aftakkingen

De aftakkingen binnen in de verlichtingstoestellen moeten zoveel mogelijk in één punt verenigd worden.

e.4. Voetstukken

Al de onder spanning staande delen van verlichtingstoestellen dienen aangebracht op voetstukken van onbrandbaar en niet-hygroscopisch isolatiemateriaal.

f. Looplampen

Gezien hun toepassing in de meest diverse omstandigheden vanuit het oogpunt van de uitwendige invloeden, is de voedingsspanning van de looplampen begrensd tot de hiernavolgende maximale waarden:

- bij laagspanning tot 250 V onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB1/BC1 of BC2;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel en 60 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB1/BC3 of BC4; BB2/BC1 of BC2 of BC3; BB3/BC1 of BC2;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 12 V wisselspanning, 18 V gelijkspanning met rimpel of 30 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB2/BC4; BB3/BC3;
- bij zeer lage veiligheidsspanning tot 6 V wisselspanning, 12 V gelijkspanning met rimpel of 18 V gelijkspanning zonder rimpel onder de gelijktijdige uitwendige invloeden:
  BB3/BC4.

De looplampen voor laagspanning moeten van de klasse I of II zijn.

g. Buitenverlichtingstoestellen

De buitenverlichtingstoestellen, geplaatst in de invloedsvoorwaarden AD2 tot en met AD4, mogen niet van de klasse 0 of van de klasse 01 zijn.

h. Tijdelijke verlichtingstoestellen

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *afdeling 5.1.4.,* is het toegestaan om voor tijdelijke verlichtingsinstallaties verlichtingstoestellen te gebruiken bestaande uit lampen met lamphouder waarvan de beschermingsgraad tegen het binnendringen van water IPX0 bedraagt.

Wanneer ze binnen het genaakbaarheidsgabarit zijn aangebracht, dienen deze verlichtingstoestellen:

- te zijn gevoed op zeer lage veiligheidsspanning, of
- te zijn beschermd door een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom van maximum 30 mA.

Bij afwijking van de bepalingen van het eerste lid van *5.2.1.1.d.1.* en van het eerste lid van *5.2.10.4.l.* is het toegestaan prikkabels op laagspanning en op zeer lage spanning met versterkte isolatie, zoals de elektrische mantelleiding van het type A05VVH2-F, aan te wenden op voorwaarde dat alle prikgaten afgedicht zijn volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.3.4.2. Verwarmingstoestellen

De vast opgestelde verwarmingstoestellen moeten zodanig geplaatst worden dat de voortgebrachte warmteflux afgevoerd kan worden zoals voorzien door de constructie.

Verwarmingstoestellen die niet-ingesloten gloei-elementen bevatten mogen niet geplaatst worden in de lokalen (of plaatsen) waar ontploffingsgevaar bestaat (BE3). Dezelfde toestellen zijn elders slechts toegestaan indien alle nodige maatregelen getroffen worden om te vermijden dat ontvlambare voorwerpen in contact komen met de gloei-elementen.

Verwarmingstoestellen die door hun bestemming bedoeld zijn om in contact te komen met brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen (BE2) zoals de ovens en drogers, moeten, hetzij voorzien zijn van een temperatuurbegrenzer die de verwarming onderbreekt of vermindert alvorens een gevaarlijke temperatuur bereikt wordt, hetzij zodanig gebouwd zijn dat ze geen gevaar kunnen opleveren voor personen of schade kunnen berokkenen aan omliggende voorwerpen in geval van een overdreven opwarming van de brandbare stoffen of ontvlambare vloeistoffen die ze inhouden.

In de centrale verwarmingsinstallaties met warme lucht, mogen de verwarmingslichamen slechts onder spanning komen te staan nadat de overeenkomende ventilatoren zijn ingeschakeld en worden zij buiten spanning gezet wanneer de ventilatoren stilvallen, behalve wanneer de verwarmingselementen constructief voorzien zijn om geen gevaarlijke temperaturen te bereiken bij afwezigheid van ventilatie. Bovendien moet de controle door twee onafhankelijk van elkaar werkende temperatuurbegrenzers gebeuren of door een debietcontrole en een temperatuurbegrenzer die eveneens onafhankelijk van elkaar werken. Deze moeten elke ongeoorloofde temperatuurverhoging in de luchtkokers beletten.

Onderafdeling 5.3.4.3. Haspels

a. Haspels voor sommige soorten verlengsnoeren

De haspeltrommel van verlengsnoeren met een nominale stroomsterkte kleiner of gelijk aan 16 A moet een diameter hebben van ten minste 12,5 maal de diameter van de kabel.

b. Andere soorten haspels

De haspeltrommels waarop de andere elektrische kabels dan deze bedoeld onder *punt a.* gewonden worden, moeten een diameter hebben van ten minste 30 maal de diameter van de kabel; de breedte in de groef van de leischijf is in verhouding tot de diameter van de kabel om zodoende klemming ervan te voorkomen.

Onderafdeling 5.3.4.4. Verlengsnoeren

De verlengsnoeren met een koppelcontactstop of tafelcontactdoos met of zonder haspel moeten vervaardigd en aangewend worden overeenkomstig de voorschriften van de desbetreffende ministeriële besluiten, genomen in toepassing (volgens de datum van het op de markt brengen) hetzij van het koninklijk besluit van 23 maart 1977 hetzij van het koninklijk besluit van 21 april 2016 betreffende het op de markt brengen van elektrisch materieel.

Onderafdeling 5.3.4.5. Draagbaar gereedschap met motor

Het draagbaar gereedschap met motor moet overeenkomen met de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen; de gebruiksvoorwaarden van draagbaar handgereedschap met elektrische motor, worden in bepaalde gevallen van uitwendige invloedsvoorwaarden, begrensd.

Afdeling 5.3.5. Installatiemateriëel bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Onderafdeling 5.3.5.1. Schakel- en verdeelborden

a. Algemeenheden

De verbindingsinstallaties en de beveiligingstoestellen (veiligheden, automatische schakelaars...) moeten op steunpanelen gegroepeerd en gemonteerd zijn in één of meer schakel- en verdeelborden.

In gewone ruimten toegankelijk voor het publiek moeten de schakel- en verdeelborden conform desbetreffende door de Koning bekrachtigde normen zijn, of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

De schakel- en verdeelborden moeten uit onbrandbaar, niet-hygroscopisch materiaal gemaakt zijn dat een voldoende mechanische weerstand biedt.

Schakel- en verdeelborden, die aan de rugzijde niet afgesloten zijn, mogen niet rechtstreeks op hygroscopisch of licht-brandbaar materiaal bevestigd worden.

b. Onderbreking

De schakel- en verdeelborden moeten van inrichtingen voorzien zijn om een veilige onderbreking van deze borden te garanderen. De onderbrekingsinrichtingen zijn voorzien hetzij in de schakel- en verdeelborden hetzij stroomopwaarts van de schakel- en verdeelborden. De voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.* (veiligheidsonderbreking) zijn van toepassing.

c. Inplanting

De schakel- en verdeelborden moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van het elektrisch materiaal in deze borden verzekerd is.

Onderafdeling 5.3.5.2. Stopcontacten

De verzonken wandcontactdozen moeten worden aangebracht, hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie volgens het aangewend type van elektrische leiding, hetzij in dozen uit isolerende stof.

De wandcontactdozen bevestigd op de wand van lokalen waarin geen vochtgevaar bestaat (AD1) moeten derwijze geplaatst worden dat de as van hun contacthulzen (openingen) zich op een afstand boven het afgewerkte grondoppervlak bevindt van ten minste 0,15 m indien de contactdozen niet in het grondoppervlak of de plinten zijn ingebouwd.

In alle andere gevallen van uitwendige invloeden (AD2 tot AD8) moet de as van de contacthulzen van de wandcontactdozen zich op ten minste 0,25 m boven het afgewerkte grondoppervlak bevinden.

Wanneer de contactdozen geplaatst worden in de vloeren of in de plinten, moeten modellen gebruikt worden die speciaal hiervoor voorzien zijn conform hetzij de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen hetzij bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen en dit in functie van de uitwendige invloeden.

Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen

a. Keuze van de toestellen

De differentieelstroomrichtingen moeten gekozen en geplaatst worden overeenkomstig de schikkingen van dit Boek. Zij moeten weerstaan aan een kortsluitstroom die overeenstemt met het kortsluitvermogen op de plaats waar ze geïnstalleerd zijn.

b. Ingebruikname

De differentieelstroominrichtingen moeten opgesteld worden op een plaats waar hun veilige en doeltreffende werking niet verstoord kan worden door mechanische trillingen, uitwendige magnetische velden of andere invloeden.

Zij moeten geplaatst worden in droge ruimten of doeltreffend beschermd worden tegen vochtigheid.

Indien de differentieelstroominrichting in een schakel- en verdeekbord wordt ingebouwd, moeten maatregelen genomen worden opdat de testknop gemakkelijk bereikbaar zou zijn zonder speciale middelen en zonder gevaar voor toevallige aanraking van onder spanning staande delen.

c. Onderbreking van de geleiders

De differentieelstroominrichting moet de onderbreking verzekeren van alle actieve geleiders van de stroombaan.

De magnetische kring van de transformator in het beschermingstoestel moet alle actieve geleiders van de stroombaan omsluiten, de nulgeleider inbegrepen. De overeenkomstige beschermingsgeleider moet daarentegen buiten de magnetische kring aangebracht worden.

Om de bescherming te verzekeren van een toestel op een stroombaan met vier geleiders is het dus verboden twee tweepolige beschermingstoestellen te plaatsen of een driepolig beschermingstoestel te voorzien indien de nulgeleider geaard is.

Daarentegen is het niet verboden een beschermingstoestel te gebruiken waarvan een of twee polen niet aangesloten zijn: een drie- of vierpolig toestel mag een stroombaan met twee of drie geleiders beschermen.

Een zelfde vierpolige differentieelstroominrichting, eenfasig gevoed, mag meerdere afzonderlijke stroombanen beschermen op voorwaarde dat elke stroombaan meerpolig kan onderbroken worden stroomafwaarts van het beschermingstoestel en onafhankelijk ervan.

d. Normale lekstromen

De differentieelstroominrichtingen moeten dermate worden gekozen en de belasting moet dermate over de stroombanen worden verdeeld dat de tijdens normaal bedrijf te verwachten aardlekstromen geen onnodig uitschakelen van de inrichtingen veroorzaken.

e. Ontstoringscondensatoren

Bepaalde opstellingen van ontstoringscondensatoren kunnen de differentieelstroominrichtingen ongevoelig maken. Dit is onder andere het geval wanneer ze geschakeld zijn tussen fase en aarde.

De toestellen moeten zodanig opgevat worden dat hun ontstoringsinrichting niet aangesloten blijft op de actieve geleiders van het net als de toestellen niet in bedrijf zijn.

f. Gevaar van gelijkstroomcomponenten

Wanneer elektrisch materieel oorzaak kan zijn van een dissymmetrische stroom door gelijkstroomcomponenten en het stroomafwaarts geplaatst is van een differentieelstroominrichting moeten maatregelen getroffen worden opdat in geval van een fout met de aarde, de gelijkstroomcomponenten de werking van de beschermingstoestellen niet in die mate kunnen storen dat de veiligheid in het gedrag komt. Dit is het geval voor bepaald elektrisch materieel dat halfgeleiderschakelingen bevat (dioden, thyristoren...).

Om zulke storingen te vermijden kan een van volgende schikkingen getroffen worden:
- keuze van elektrisch materieel dat geen gelijkstroom voortbrengt die in staat is de werking van het

beschermingstoestel te verstoren; dit is het geval voor toestellen met bediening door reeksalternaties of door symmetrische fasecontrole;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt of gebruikt, wordt uitgevoerd volgens de regels toepasselijk op de klasse II;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt gevoed via een scheidingstransformator;
- het beschermingstoestel is zo gebouwd dat zijn werking niet beïnvloed wordt door gelijkstromen;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt voorzien van of beschermd door een inrichting die het uitschakelt bij het ontstaan van een fout met een gelijkstroomcomponent.

g. Massa's en beschermingsgeleider

Alle massa's van het gedeelte van een installatie dat beschermd wordt door een differentieelstroominrichting, ongeacht haar gevoeligheid, moeten geaard worden.
De door eenzelfde inrichting beschermde massa's moeten verbonden worden met dezelfde aardverbinding.
De nulgeleider is stroomafwaarts van de differentieelstroominrichting niet meer geaard.

h. Toestel met positieve veiligheid

Een differentieelstroominrichting met hulpvoeding is een toestel met positieve veiligheid wanneer een onderbreking van zijn hulpvoeding automatisch het openen van de beschermingsinrichting veroorzaakt.

i. Gebruik van grote of zeer grote gevoeligheid

Het gebruik van een differentieelstroominrichting met grote of zeer grote gevoeligheid wordt aangeraden in de volgende gevallen:
- om een bijkomende bescherming te verzekeren tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking;
- om het gevaar, dat ontstaat door de breuk van de beschermingsgeleider die de massa's van het elektrisch materieel met aarde verbindt, te beperken; dit eventueel gevaar betreft namelijk het materieel gevoed door snoeren waar de sleet of de vermoeidheid van de snoeren een breuk kan veroorzaken in de beschermingsgeleider zonder dat deze breuk kan opgemerkt worden;
- wanneer de gebruiksvoorwaarden van het elektrisch materieel streng zijn.

Wegens de kleine waarde van de aanspreekstroom van de beschermingsinrichtingen moeten gepaste voorzorgsmaatregelen getroffen worden om ontijdige uitschakelingen te voorkomen die te wijten zijn aan lekstromen en niet aan foutstroom.

j. Verbodsbepalingen

Het is verboden de veiligheid, die een differentieelstroominrichting biedt, in het gedrang te brengen door deze inrichting te overbruggen door de in- en uitgangsklemmen met elkaar te verbinden.

k. Test van de beschermingsinrichting

Wanneer de beschermingsinrichting periodiek, bijvoorbeeld maandelijks, moet getest worden volgens de onderrichtingen van de constructeur dan moet men zich ervan vergewissen dat de voeding werkelijk onderbroken werd.

Onderafdeling 5.3.5.4. Schakelaars en andere bedieningstoestellen

a. Algemeenheden

De schakelaars en andere bedieningstoestellen moeten conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm zijn of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Zij moeten worden voorzien voor de gebruikscategorie die in de norm, die overeenstemt met hun bestemming, voorgeschreven is.

Zij moeten:
- hetzij voorzien zijn van een geprefabriceerd omhulsel;
- hetzij ondergebracht worden in een schakel- en verdeelbord dat een beschermingsgraad heeft die overeenstemt met de gebruiksvoorwaarden.

Wanneer zij een scheidingsfunctie verzekeren, moeten zij beantwoorden aan de bijzondere voorschriften van de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

b. Onderbreking

De schakelaars met scheidingsfunctie verzekeren de gelijktijdige onderbreking van alle fasegeleiders.

Als een tweepolige onderbrekingsinrichting met scheidingsfunctie stroomopwaarts voorzien is in de elementaire stroombaan, is het gebruik van enkelpolige besturingsinrichtingen stroomafwaarts van deze onderbrekingsinrichting toegelaten.

Indien de distributienetbeheerder een besturingsinrichting stroomopwaarts of stroomafwaarts van een tweepolige onderbrekingsinrichting plaatst, die een onderbreking tussen de installatie en het net kan uitvoeren, mag deze besturingsinrichting enkelpolig zijn voor zover er een aanduiding op zichtbaar is.

c. Inbouw

De in de wanden verzonken schakelaars worden aangebracht hetzij in metalen dozen met of zonder inwendige isolatie, volgens het aangewend type van elektrische leiding hetzij in dozen uit isolerende en zelfdovende materiaal die aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 4.3.3.5.* beantwoorden.

Onderafdeling 5.3.5.5. Smeltveiligheden, automatische schakelaars

a. Werkingsvoorwaarden van de kleine automatische schakelaars

Kleine automatische schakelaars die bediend worden door BA1-, BA2- of BA3-personen moeten van een model zijn dat niet toelaat de werkingsvoorwaarden te veranderen, zonder dat dit zichtbare sporen nalaat zoals verbreken van een zegel.

b. Steunen van smeltveiligheden

De steunen voor smeltveiligheden van het type D moeten zo aangesloten worden dat het centraal contact zich langs de voedingszijde van de installatie bevindt.

De steunen voor smeltveiligheden met pennen moeten zo geplaatst of gebouwd zijn dat de mogelijkheid uitgesloten is om contacten te verwezenlijken tussen geleidende stukken behorende aan twee naastliggende houders door middel van smeltveiligheden of kleine automatische schakelaars met pennen.

c. Werking van de smeltveiligheden

De smeltveiligheden moeten conform de desbetreffende normen zijn die door de Koning bekrachtigd werden of overeenkomen met bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

d. Onderbrekingsvermogen

De smeltveiligheden en automatische schakelaars moeten een onderbrekingsvermogen hebben dat overeenstemt met het te verwachten kortsluitvermogen dat op de plaats van hun installatie is vereist. Het minimaal kortsluitvermogen wordt vastgelegd bij besluit van de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

De beschermingsinrichtingen voor aansluiting van huishoudelijke installaties hebben een minimum onderbrekingsvermogen van 6000 A.

e. Open smeltkamer

De typen van smeltveiligheden waarvan de smeltdraad niet in een volkomen dichte smeltkamer opgesloten is, zijn verboden.

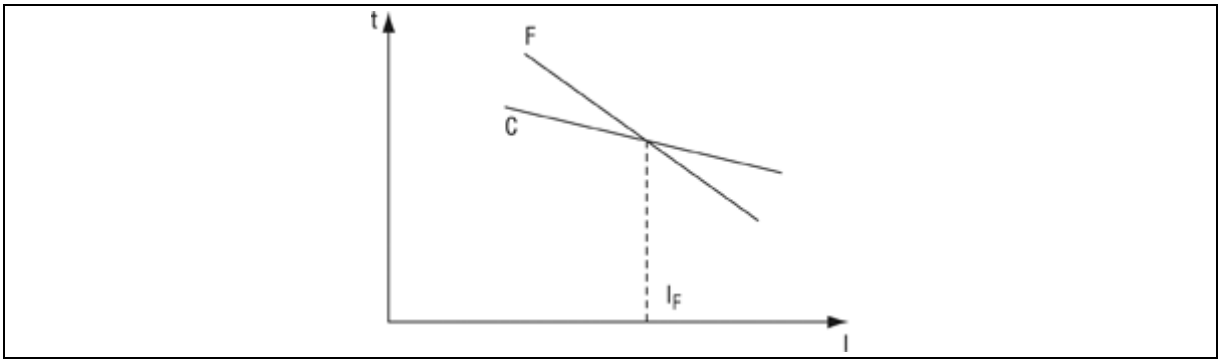
f. In toestellen ingebouwde veiligheden en automatische schakelaars

De miniatuursmeltveiligheden en automatische schakelaars zijn toegelaten voor de afzonderlijke bescherming van toestellen, op voorwaarde dat zij in deze toestellen ingebouwd zijn.

g. Keuze van beschermingsinrichtingen tegen kortsluitingen

- Bij smeltveiligheden
  De minimale kortsluitstroom is in het algemeen deze die overeenkomt met een zuivere kortsluiting die zich voordoet op het verst gelegen punt van de beschermde elektrische leiding.
  De kortsluitstroom I_{cc} mag niet kleiner zijn dan I_F.

Figuur 5.43. Keuze van de beschermingsinrichting tegen kortsluitingen bij smeltveiligheden

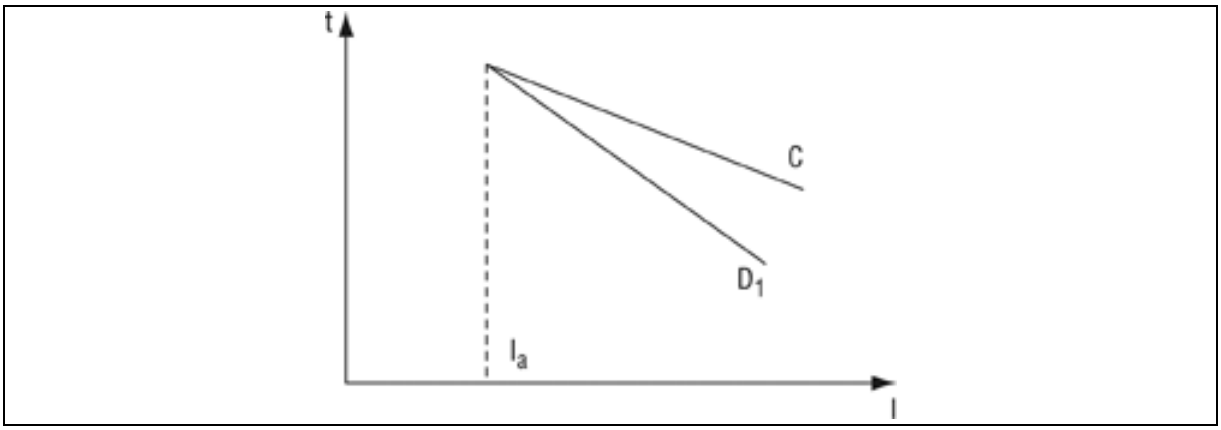


$I_{cc} \geq I_F$

C: tijd-stroomsterkte diagram dat overeenstemt met de toegelaten thermische belasting in de beschermde elektrische leiding
F: smeltkarakteristiek van de smeltveiligheid (bovenste limiet van de werkingszone)

– Bij automatische schakelaars
Voor automatische schakelaars moet aan twee voorwaarden voldaan worden:
- de minimale kortsluitstroom is ten minste gelijk aan I_a;
- de veronderstelde kortsluitstroom in het punt van de installatie waar de automatische schakelaar zich bevindt, is kleiner dan I_b.

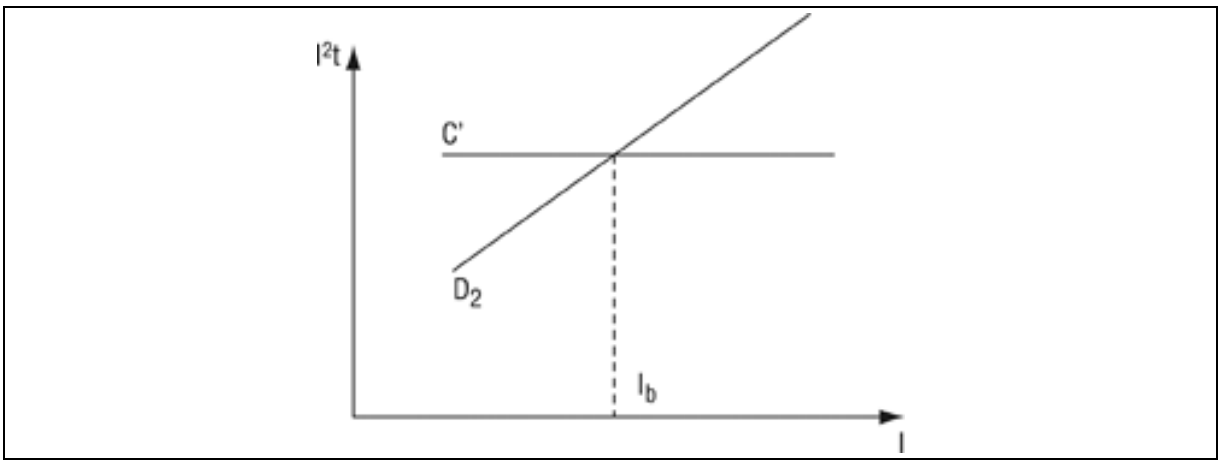
Figuur 5.44. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (minimale kortsluitstroom)



$I_{cc} \geq I_a$

C: tijd-stroomsterkte diagram overeenstemmend met de toegelaten thermische belasting in de beschermde geleiders
D_1: werkingskarakteristiek van de automatische schakelaar

Figuur 5.45. Keuze van de beschermingsinrichting tegenkortsluitingen bij automatische schakelaars (veronderstelde kortsluitstroom)



$I_{cc} \leq I_b$

C': toegelaten $I^2 \cdot t$-diagram van de geleiders

D_2: $I^2 \cdot t$-karakteristiek van de automatische schakelaar

Wanneer de werkingskarakteristiek (F of D_1) van de beschermingsinrichting zich onder de kromme C van de geleiders bevindt voor een tijd kleiner dan 5 seconden, moet de stroom I_a gelijk genomen worden aan de werkingsstroom van de beschermingsrichting gedurende 5 seconden.

Voor de kortsluitstromen waarvan de duur meerdere periodes overschrijdt, mag de karakteristiek $I^2 \cdot t$ van de beschermingsinrichting berekend worden door vermenigvuldiging van het kwadraat van de effectieve waarde van de werkingskarakteristiek I van de beschermingsinrichting met de werkingstijd t. Voor de kortsluitstromen van kortere duur wordt gebruik gemaakt van de door de constructeur geleverde $I^2 \cdot t$-karakteristieken.

In de installaties volgens het IT-systeem, moeten de beschermingsinrichtingen het gepaste eenpolig onderbrekingsvermogen hebben voor de spanning tussen de fasen.

De minimale kortsluitstroom zal bepaald worden volgens een berekeningswijze bepaald door de regels van goed vakmanschap ofwel door toepassing van volgende formule:

$$I = \frac{0{,}8 \cdot U}{\rho \cdot \frac{L}{S}}$$

Daarin is:

U: de spanning, in V, onder nominale dienstvoorwaarden op de plaats van de beschermginrichting:
- de spanning tussen fase- en nulgeleider indien de stroombaan een verdeelde nulgeleider bevat;
- de spanning tussen fasen, indien de stroombaan geen verdeelde nulgeleider bevat.

L: de ontwikkelde lengte, in m, van de geleiders van de elektrische leiding.

ρ: de soortelijke weerstand van het metaal van de geleider.
De weerstand van de geleiders van de stroombaan moet in rekening gebracht worden voor de gemiddelde temperatuur gedurende de kortsluitingstijd, hetzij 1,5 maal de weerstand bij 20 °C. Men kan rekening houden met de reactantie-invloeden van geleiders met grote doorsneden door de weerstand te vermeerderen met 15 % bij een doorsnede van 150 mm², met 20 % bij een doorsnede van 185 mm², en 25 % bij een doorsnede van 240 mm².

S: de doorsnede, in mm², van de geleiders.

h. Bescherming van parallelle geleiders

Wanneer eenzelfde beschermingsinrichting meerdere parallel geschakelde geleiders beschermt tegen de kortsluitingen, moeten haar werkingskarakteristieken bepaald worden rekening houdend met:
- de minimale kortsluitstroom die zich kan voordoen;
- de maximale thermische belasting waaraan de geleiders mogen blootgesteld worden.

i. Beschermingsinrichting voor aansluiting

De beschermingsinrichting voor aansluiting van huishoudelijke en niet-huishoudelijke installaties (smeltveiligheid of automatische schakelaar) verzekert de bescherming tegen overbelasting van het stroomopwaarts en stroomafwaarts gelegen gedeelte van de aansluiting tot op de plaats van de beschermingsinrichtingen tegen overstroom die zich aan beide zijden bevinden; bovendien verzekert hij de bescherming tegen overstroom van het stroomafwaarts gelegen gedeelte en zulks, tot aan de beschermingsinrichting tegen overstroom die er op volgt.

Afdeling 5.3.6. Schakelmaterieelcombinaties bij laagspanning

Onderafdeling 5.3.6.1. Algemene voorschriften

De laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen zijn conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Onderafdeling 5.3.6.2. Bedienings- en verdeelinrichtingen

a. Algemeen

Wanneer de elektrische leidingen van de gebruiksinstallatie bestaan uit niet-geïsoleerde buizen, worden deze zo aangebracht dat elk contact tussen de buizen onderling of met andere geleidende delen vermeden wordt.

De uiteinden van niet-geïsoleerde buizen moeten zich ten minste 30 mm bevinden van elk actief deel, zoals bijvoorbeeld een aansluitklem.

Bovendien moet het aansluitingsmaterieel zo gemonteerd worden dat geen enkel actief deel zich op minder dan 30 mm van de wand of uitwendige metalen steun bevindt, tenzij er een isolerend scherm tussen geplaatst is.

b. Aansluiting van huishoudelijke installaties

Bij de plaatsing, moet men er zich van verzekeren dat een doeltreffende scheiding bestaat tussen, enerzijds de niet-geïsoleerde buizen van de aansluiting op het distributienet, en anderzijds, de niet-geïsoleerde buizen van de installatie en de geleidende delen van de constructie (zoals betonwapeningen, ijzerbeslag, metalen lijsten...). Deze scheiding kan bekomen worden door één van volgende schikkingen:
- tussen deze elementen een afstand van ten minste 6 mm in de lucht onderhouden;
- plaatsing van moffen, kousen of schermen in isolerend materiaal.

Afdeling 5.3.7. Meetstroombanen

Onderafdeling 5.3.7.1. Algemeenheden

Het materiaal voor meetstroombanen moet conform de desbetreffende normen zijn, bekrachtigd door de Koning of geregistreerd door het NBN, of beantwoorden aan bepalingen die een ten minste gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze normen.

Behalve voor bijzondere toepassingen moeten de meettransformatoren van het eenfasige type zijn met als functie het voeden van:
- meettoestellen (tellers);
- beschermingstoestellen (relais, ontgrendelingstoestellen).

De meettransformatoren moeten een nominaal vermogen hebben en van een klasse zijn die toereikend is voor de erop aangesloten toestellen.

Onderafdeling 5.3.7.2. Aarding van hoogspanningsmeetstroombanen

Een punt van elke secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is verbonden met de hoogspanningsaardingsinstallatie. In afwijking op de bepalingen van *onderafdeling 4.4.6.1.*, mogen de beschermingsinrichtingen tegen overbelasting in de primaire kring van meettransformatoren op hoogspanning en van hun elektrische voedingsleidingen worden weggelaten.

Onderafdeling 5.3.7.3. Hoogspanningsmeetstroombanen

In afwijking op de bepalingen van *afdeling 4.4.3.*, mag de bescherming tegen kortsluiting van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning worden verzekerd door beschermingsinrichtingen die deel uitmaken van de verdeel- of omvormposten waartoe ze behoren.

Voor de spanningsmeettransformatoren op hoogspanning van de 2e categorie, mogen voormelde beschermingsinrichtingen op een willekeurige plaats in de voedingsstroombanen van de desbetreffende verdeel- of omvormposten worden ondergebracht.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen overbelasting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. de maximumstroom die de secundaire stroombanen kan doorlopen, de nominale stroom van de stroombanen niet kan overtreffen.

De secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning moeten niet door beschermingsinrichtingen tegen kortsluiting beveiligd worden wanneer:
1. het kortsluitrisico in de secundaire stroombanen tot een minimum beperkt is;
2. ze niet in de nabijheid van brandbaar materiaal gelegd zijn.

Het is verboden de secundaire stroombanen van spanningsmeettransformatoren op hoogspanning tegen overstromen te beveiligen wanneer de stroomonderbreking gevaar kan opleveren.

Onderafdeling 5.3.7.4. Stroommeetstroombanen

Het is verboden de secundaire stroombanen van stroommeettransformatoren te beveiligen tegen overbelasting en kortsluiting.

De stroommeettransformatoren moeten kunnen weerstaan aan de thermische korteduurstroom die op de plaats van opstelling kan optreden.

De stroommeettransformatoren bestemd voor meetdoeleinden moeten met een zo klein mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat de kortsluitstroom in de primaire stroombaan de meettoestellen in de secundaire stroombaan niet kan beschadigen.

De stroommeettransformatoren bestemd voor beschermingsdoeleinden moeten met een zo groot mogelijke verzadigingsfactor en een nominaal vermogen worden gekozen zodat bij kortsluitstromen in de primaire stroombaan de betrouwbare werking van de beschermingstoestellen in de secundaire stroombaan niet in het gedrang komt.

Wanneer een stroommeettransformator voor zowel meet- als beschermingsdoeleinden wordt aangewend, moeten de meettoestellen, wanneer noodzakelijk, door geschikte tussengeschakelde transformatoren tegen beschadiging door de uitwerking van kortsluitstromen worden beschermd.

Hoofdstuk 5.4. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Afdeling 5.4.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de bepalingen voor aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen teneinde te voldoen aan de veiligheidsvoorschriften van de elektrische installatie.

Afdeling 5.4.2. Aardingsinstallaties

Onderafdeling 5.4.2.1. Aardverbinding

De aardverbinding moet verwezenlijkt worden volgens de schikkingen vastgelegd, bij besluit, door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben en dit ieder voor wat hem betreft.

Onderafdeling 5.4.2.2. Aardgeleider

De minimumdoorsnede van een aardgeleider, met inbegrip van de aardgeleider van het nulpunt, moet berekend worden zoals deze van een beschermingsgeleider.

Deze is ten minste gelijk aan:
- 16 mm² koperdoorsnede, indien zij voorzien is van een bekleding die tegen corrosie beschermt;
- 25 mm² koperdoorsnede, in de andere gevallen;
- 50 mm² bij aluminium of staal.

Blanke of geïsoleerde aluminiumgeleiders mogen niet ingegraven worden.

Afdeling 5.4.3. Beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.4.3.1. Aard van de geleiders

Als beschermingsgeleiders mogen gebruikt worden:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die zich in dezelfde elektrische leiding bevinden als de actieve geleiders van de installatie, voor zover zij op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de andere geleiders;
- al dan niet geïsoleerde metalen mantels of schermen van elektrische leidingen waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap. Het betreft hier in het bijzonder de buitenmantel van de gepantserde elektrische leidingen met minerale isolatie alsook de buizen, op voorwaarde dat de desbetreffende regels het voorzien. Zij mogen slechts gebruikt worden als beschermingsgeleider van de stroombanen waarvan ze deel uitmaken en de bekomen elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
- metalen omhulsels van geprefabriceerde leidingen indien zij gelijktijdig voldoen aan de volgende voorwaarden:
  - hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden bij het vervaardigen en door middel van degelijke verbindingen;
  - hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
  - andere beschermingsgeleiders moeten erop aangesloten kunnen worden;
- delen van omhulsels van geprefabriceerde schakel en verdeelinrichtingen, in de mate dat de desbetreffende regels het toelaten en mits eerbiediging van voornoemde voorwaarden;
- geleidende delen, zoals metalen gebinten, frames van machines en heftoestellen evenals waterleidingen van een privaat en onafhankelijk verdeelnet, wanneer zij geen deel uitmaken van installaties waarin de nulgeleider en de beschermingsgeleider dezelfde zijn (TN-C-net) en wanneer zij tezelfdertijd voldoen aan volgende voorwaarden:

- hun elektrische continuïteit moet verzekerd worden door constructie of door middel van gepaste verbindingen;
- hun elektrische continuïteit mag niet in gevaar gebracht worden door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging;
- zij mogen niet losgekoppeld worden zonder vervangende maatregelen toe te passen.

Onderafdeling 5.4.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De minimum doorsnede S_p van de beschermingsgeleider, in mm², moet ten minste gelijk zijn aan de waarde gegeven door volgende formule:

$$S_P = \frac{I}{k} \cdot \sqrt{t}$$

waarin:

- *I*: de effectieve waarde van de foutstroom, in A, die door het beschermingstoestel kan vloeien bij een fout met een te verwaarlozen impedantie. Er moet rekening gehouden worden met het begrenzingsvermogen van het beschermingstoestel;
- *t*: de werkingstijd, in seconden, van het onderbrekingstoestel, met een maximumwaarde van 5 s;
- k: een constante, waarvan de waarde afhangt van de aard van het metaal van de beschermingsgeleider en van zijn isolatie, *aangeduid in tabel 5.9.*

Tabel 5.9. k-waarden voor beschermingsgeleiders

k-waarden voor geïsoleerde beschermingsgeleiders die geen deel uitmaken van de kabels of voor blanke beschermingsgeleiders in contact met de bekleding van kabels			
Materiaal van de Geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders of van de bekleding van kabels***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*143*	*176*	*160*
Aluminium	*95*	*116*	*110*
Staal	*52*	*64*	*60*
k-waarden voor beschermingsgeleiders die deel uitmaken van een meerdradige kabel			
Materiaal van de Geleider	***Aard van de isolatie van de beschermingsgeleiders***		
	Polyvinylchloride (PVC)	*Netvormig polyethyleen (PRC) Ethyleen-propyleen(EPR)*	*Butylrubber (B)*
Koper	*115*	*143*	*134*
Aluminium	*76*	*94*	*89*
k-waarden voor blanke geleiders die geen enkel materiaal raken dat beschadigd kan worden door de maximum toegelaten temperatuur			
Materiaal van de Geleider	***Plaatsingsomstandigheden***		
	Zichtbaar en in gereserveerde lokalen	*In gebouwen*	
		Zonder uitgesproken brandgevaar	*Met brandgevaar*
Koper	*228*	*159*	*138*
Aluminium	*125*	*105*	*91*
Staal	*82*	*58*	*50*

Het toepassen van de voornoemde formule voor het bepalen van de waarde van S_P is niet noodzakelijk indien de doorsnede van de geleiders beantwoordt aan de voorschriften van *tabel 5.10.*

Tabel 5.10. Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider waarbij het berekenen van de waarde van S_p niet nodig is

Doorsnede van de geleiders van de installatie (S in mm²)	***Minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider (S_p in mm²)***
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$0{,}5 \cdot S$

Wanneer de toepassing van deze regel tot een niet-genormaliseerde waarde leidt, moet een geleider gebruikt worden met een genormaliseerde doorsnede die het dichtst S_p benadert.

De aldus vastgestelde waarden gelden slechts indien de beschermingsgeleiders uit hetzelfde metaal zijn vervaardigd als de actieve geleiders. Indien dit niet het geval is moet de doorsnede van de beschermingsgeleiders zo bepaald worden dat hun geleidingsvermogen gelijkwaardig is aan dit, verkregen door toepassing van de minimumdoorsnede van de beschermingsgeleider zoals deze bekomen wordt door toepassing van de tabel.

Wanneer de beschermingsgeleider geen deel uitmaakt van de voedingsleiding moet zijn doorsnede S_P ten minste gelijk zijn aan:
- 2,5 mm² wanneer hij mechanisch beschermd is;
- 4 mm² wanneer hij mechanisch niet beschermd is.

De minimale doorsnede van de hoofdbeschermingsgeleider wordt als deze van een beschermingsgeleider berekend.

Onderafdeling 5.4.3.3. Merken van de geleiders

Wanneer de beschermingsgeleider, die al of niet deel uitmaakt van de kabel, voorzien is van een isolatie moet deze een geelgroene kleur hebben zoals voorgeschreven is in de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Het merken met deze kleur van een geleider van de vlakke snoeren, met 3 geleiders en zonder bijkomende mantel, is niet noodzakelijk. In dit geval vervult de middelste geleider de functie van beschermingsgeleider, indien de beschouwde stroombaan een beschermingsgeleider bevat.

Bij de voorgebundelde leidingen, waarvan de isolatie weerstaat aan de weersinvloeden, mag het merken gebeuren op een andere manier dan door kleuring.

Wanneer de elektrische leidingen van zulk een type zijn dat het onmogelijk is ze te voorzien van een isolatie met geel-groene kleur, dan mag de aanduiding van de beschermingsgeleider gebeuren met een andere kleur dan de geel-groene, op voorwaarde dat ze niet blauw is en verschilt van de enige kleur van de fasegeleiders.

Onderafdeling 5.4.3.4. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

De verbindingen moeten verwezenlijkt worden op een veilige wijze en volgens de regels van goed vakmanschap.

Onderafdeling 5.4.3.5. Elektrische continuïteit

Behoudens andersluidend voorschrift, mag geen enkel scheidingstoestel zoals smeltveiligheid, schakelaar of scheidingsschakelaar worden aangebracht in de beschermingsgeleider.

Om de meting van de spreidingsweerstand van de aardverbinding mogelijk te maken, is het noodzakelijk een aardingsonderbreker te voorzien zoals een klem of strip, die slechts met gereedschap losgemaakt kan worden.

Onderafdeling 5.4.3.6. Verbinding van de beschermingsgeleiders met het elektrisch materieel

Elektrische machines en toestellen van de klasse I moeten voorzien zijn van een klem waaraan de beschermingsgeleider kan verbonden worden.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

Afdeling 5.4.4. Equipotentiale verbindingen

Onderafdeling 5.4.4.1. Hoofdequipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De hoofdequipotentiale geleider moet ten minste een doorsnede hebben die gelijk is aan de helft van de grootste beschermingsgeleider van de installatie, de aardgeleider uitgezonderd, met een minimum koperdoorsnede van 6 mm².

Nochtans mag de doorsnede beperkt worden tot:
- 25 mm² indien de geleider uit koper is;
- een gelijkwaardige doorsnede indien het een ander metaal betreft.

b. Uitvoering

De hoofdequipotentiale geleider voldoet aan de voorschriften betreffende de beschermingsgeleider. Hij moet overeenkomstig dezelfde voorschriften geïnstalleerd en aangesloten worden (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De hoofdequipotentiale geleider is voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

Onderafdeling 5.4.4.2. Bijkomende equipotentiale verbindingen

a. Doorsnede van de geleiders

De doorsnede van de geleiders van de bijkomende equipotentiale verbinding moet ten minste gelijk zijn aan:
- de helft van deze van de beschermingsgeleider die met een massa verbonden is, de aardgeleider uitgesloten, wanneer de equipotentiale verbinding deze massa verbindt met een vreemd geleidend deel;
- de kleinste doorsnede van de beschermingsgeleiders, verbonden met de massa's van verschillende toestellen; in dit geval is het nodig zich ervan te vergewissen dat de verwezenlijking van de equipotentiale verbinding tussen deze twee massa's, behorend tot stroombanen met zeer verschillende doorsnede, niet tot gevolg heeft dat in de beschermingsgeleider met de kleinste doorsnede een foutstroom gaat vloeien die een thermische belasting veroorzaakt groter dan deze toelaatbaar voor deze geleider.

De volgende minimumdoorsneden moeten in alle gevallen in acht genomen worden:
- 2,5 mm^2 wanneer de geleiders mechanisch beschermd zijn;
- 4 mm^2 wanneer de geleiders niet mechanisch beschermd zijn.

b. Uitvoering

De bijkomende equipotentiale geleiders moeten geplaatst en verbonden worden overeenkomstig de voorschriften van toepassing op beschermingsgeleiders (*onderafdelingen 5.4.3.4.* en *5.4.3.6.*).

De bijkomende equipotentiale geleiders zijn voorzien van een isolatie met geel-groene kleur.

c. Doeltreffendheidsonderzoek

Bij twijfel moet de doeltreffendheid van de bijkomende equipotentiale verbinding nagegaan worden door er zich van te vergewissen dat de impedantie, tussen om het even welke beschouwde massa en elke andere massa of geleidend deel dat gelijktijdig genaakbaar is, kleiner is dan of gelijk is aan U/I_a, waarin:
- U: de vermoedelijke contactspanning;
- I_a: de aanspreekstroom van het beschermingstoestel binnen een tijd, bepaald door de veiligheidscurve, in functie van de waarde van de vermoedelijke contactspanning.

Indien het onderzoek uitgevoerd wordt tussen twee massa's gevoed door verschillende stroombanen, moet men er zich eveneens van vergewissen dat voornoemde voorwaarde wordt nageleefd voor de beschermingstoestellen van elk van de betrokken stroombanen.

Hoofdstuk 5.5. Aardingen, beschermingsgeleiders en equipotentiale verbindingen bij hoogspanning

Afdeling 5.5.1. Basisvereisten

Onderafdeling 5.5.1.1. Algemeenheden

De kenmerken van de aardingsinstallatie worden zodanig bepaald dat de volgende doelstellingen bereikt worden:
1. weerstand bieden aan de te verwachten mechanische en chemische invloeden;
2. weerstand bieden aan de thermische uitwerking van de maximum te verwachten foutstroom;
3. de beschadiging verhinderen van goederen en materieel;
4. de veiligheid van personen waarborgen, rekening houdend met de spanning die kan verschijnen bij de stroomdoorgang van de maximum te verwachten foutstroom doorheen de aardingsinstallatie, rekening houdend met de passieve en actieve beschermingsmaatregelen.

Onderafdeling 5.5.1.2. Weerstand t.o.v. mechanische en chemische invloeden

De samenstellende elementen van de aardingsinstallatie zijn vervaardigd uit materialen die een voldoende weerstand bieden tegen corrosieverschijnselen (chemische of biologische aantasting, oxidatie, elektrolytische corrosie...).

Bovendien bieden zij de nodige weerstand aan de mechanische belastingen waaraan ze kunnen worden onderworpen zowel tijdens hun plaatsing als tijdens hun normale werkingsomstandigheden.

Onderafdeling 5.5.1.3. Weerstand t.o.v. thermische uitwerkingen door foutstromen

De na te leven doorsneden van de geleiders die de elementen van de aardingsinstallatie vormen zijn een functie van de maximum te verwachten foutstroom.

Wanneer de foutstroom zich verdeelt over een geheel van aardelektroden mag voor het bepalen van de afmetingen van iedere aardelektrode rekening worden gehouden met deze stroomverdeling.

Voor de berekening van de thermische vastheid van de aardingsinstallatie wordt rekening gehouden met de waarde en de duur van de foutstroom. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden (adiabatische opwarming) en een duur groter dan 5 seconden (geen adiabatische opwarming).

Voor een duur kleiner dan of gelijk aan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van de formule:

$$S \geq \frac{I}{k} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

met:
- *S*: doorsnede in mm²;
- *I*: effectieve waarde van de fase/aarde foutstroom in A;
- *t*: duur van de foutstroom in seconden;
- *k*: constante bij 20 graden Celsius afhankelijk van de aard van het stroomvoerend materiaal. De waarden van deze constante overeenstemmend met de meest gebruikte materialen zijn aangeduid in de *tabel 5.11.*;
- β: omgekeerde waarde van de temperatuurscoëfficiënt (α) van de resistiviteit van het materiaal in functie van de temperatuur van het materiaal in graden Celsius zoals aangeduid in *tabel 5.11.*;
- Θ_i: begintemperatuur in °C in normale omgevingsomstandigheden;
- Θ_f: maximum toegelaten temperatuur in °C na het afvloeien van de foutstroom aangeduid in *tabel 5.12.*

Tabel 5.11. Waarden van de constanten ß en k voor bepaalde materialen

Materiaal	***ß*** ***[°C]***	***k*** ***[*** $A \cdot \sqrt{s}/mm^2$ ***]***
Koper	234,5	226
Aluminium	228	148
Staal	202	78
Aluminiumlegering	258	149

Tabel 5.12. Maximum toegelaten temperatuur in functie van het materiaal

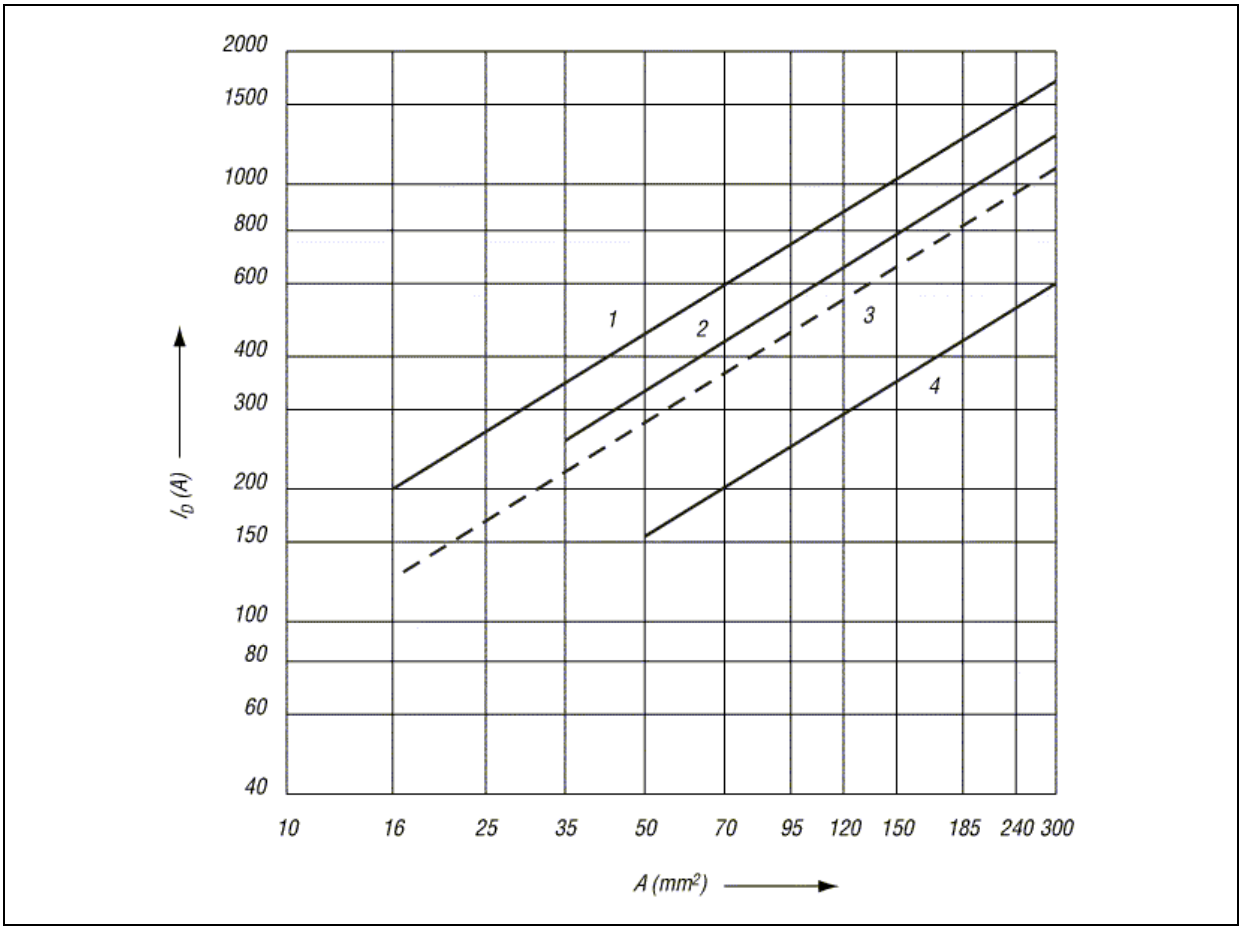
Materiaal		***Aanvangs-temperatuur*** Θ_i ***[°C]***	***Eind-temperatuur*** Θ_f ***[°C]***
Mechanisch niet belaste draden	Blank koper	20	300
	Blank gegalvaniseerd koper	20	300
	Blank aluminium	20	300
	Blank gegalvaniseerd staal	20	300
Luchtlijnen	Blank koper	20	170

	Aluminium legering	20	170
	Aluminium – staal	20	150
	Aluminium legering – staal	20	150
Blank vertind koper		20	150
Koper met een loden mantel		20	150
Voormelde materialen met een mantel uit:			
Polyvinylchloride (PVC)		20	160
Rubber		20	220
Vernet Polyethyleen (VPE)		20	250
Ethyleen – Propyleen Rubber (EPR)		20	250
Silicone Rubber (SIR)		20	350

Voor een duur groter dan 5 seconden wordt de minimale doorsnede bepaald met behulp van één van de grafieken van de *figuren 5.46* en *5.47*. De rechten 1, 2 en 4 hebben betrekking op een eindtemperatuur van 300 °C. De rechte 3 heeft betrekking op een eindtemperatuur van 150 °C. Wanneer de na te leven eindtemperatuur verschillend is van 300 °C dient de correctiefactor, bepaald in *tabel 5.13.* te worden toegepast op de uit de grafiek van de *figuren 5.46.* en *5.47.* afgelezen stroomsterkte.

De waarden van de *figuren 5.46.* en *5.47.* en van *tabel 5.13.* gelden niet voor mechanisch belaste geleiders; voor laatst vermelde worden ze bepaald door berekening.

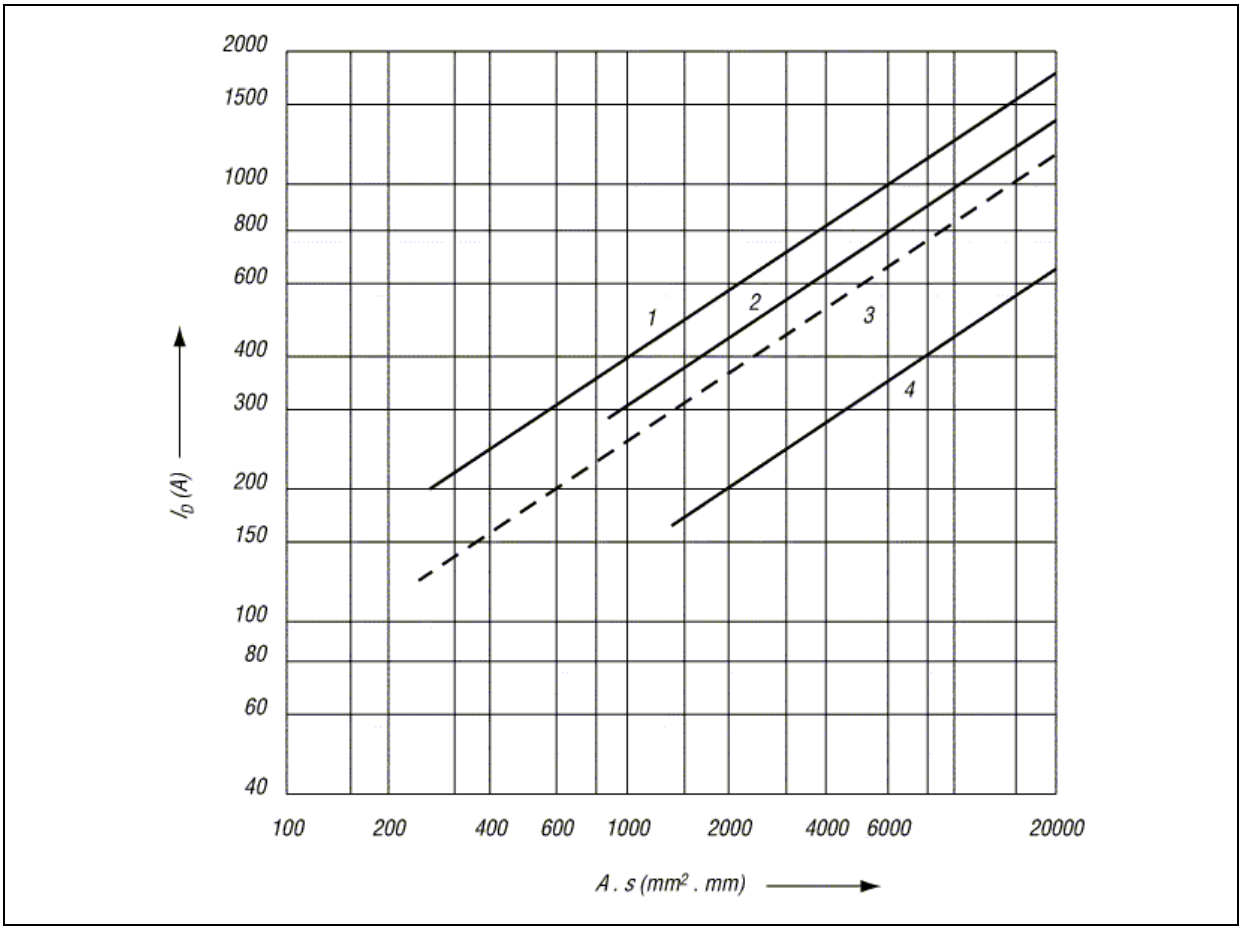
Figuur 5.46. Stroom I_D voor de aardgeleiders met ronde doorsnede in functie van hun doorsnede (A in mm²)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C.

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Figuur 5.47. Stroom I_D voor de aardgeleiders met rechthoekige doorsnede in functie van het product van de doorsnede en de omtrek (A x s)



De rechten 1, 2 en 4 zijn van toepassing bij een eindtemperatuur van 300 °C; de rechte 3 voor een eindtemperatuur van 150 °C

- Rechte 1: koper, blank of met zinkbedekking.
- Rechte 2: aluminium.
- Rechte 3: koper, vertind of met loden mantel.
- Rechte 4: gegalvaniseerd staal.

Tabel 5.13. Correctiefactor in functie van de eindtemperatuur

Eindtemperatuur Θ_f [°C]	*Correctiefactor*
400	1,2
350	1,1
300	1,0
250	0,9
200	0,8
150	0,7
100	0,6

Afdeling 5.5.2. Verwezenlijking van de aardverbindingen

Onderafdeling 5.5.2.1. Algemeenheden

Een aardverbinding kan worden verwezenlijkt door een of meerdere horizontale, verticale of schuine aardelektroden aan te brengen in de aardbodem.

De horizontaal aangebrachte aardelektroden bevinden zich op een diepte van minimum 0,6 m onder het aardoppervlak.

Voor wat betreft de verticaal of schuin aangebrachte aardelektroden, wordt alleen het nuttig gedeelte in rekening genomen. Ze zijn aangebracht op een onderlinge afstand die minimum gelijk is aan hun lengte.

Wanneer verschillende materialen die galvanische koppels kunnen vormen met elkaar moeten worden verbonden dienen deze materialen op de plaats van hun verbinding(en), te worden beschermd door duurzame middelen tegen het contact met de elektrolyten uit hun omgeving.

De aardverbinding mag met geen enkel in de aarde aangebracht vreemd metalen deel in contact zijn.

Onderafdeling 5.5.2.2. Kenmerken

a. Materiaalkeuze en minimale afmetingen

Uitgezonderd voor de bijzondere gevallen vermeld in *b.6.1.*, zijn de aardelektroden vervaardigd uit een materiaal dat vermeld is in de *tabel 5.14.*

Hun minimale afmetingen, in functie van het materiaal en het type elektrode, voldoen aan de waarden vermeld in dezelfde tabel.

Tabel 5.14. Minimum afmetingen van de aardelektroden in functie van de gebruikte materialen m.b.t. hun weerstand tegen de mechanische en corrosieve invloeden

Materiaal	*Type aardelektrode*	*Minimale afmetingen*				
		Kern			*Bedekking/Mantel*	
		Diameter [mm]	*Doorsnede [mm²]*	*Dikte [mm]*	*Individuele waarde [µm]*	*Gemiddelde waarde [µm]*
Staal						
Thermisch gegalvaniseerd	Banden (2)		90	3	63	70
	Profielvormig		90	3	63	70
	Buizen	25		2	47	55
	Ronde staven	16			63	70
	Ronde draden	10				50
Met loden mantel	Ronde draden	8			1000	
Met geëxtrudeerde koperen mantel	Ronde staven	15			2000	
Met elektrolytisch aangebrachte mantel	Ronde staven	14,2			90	100
Koper						
Blank	Banden (2)		50	2		
	Ronde draden		25			
	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25			
	Buizen	20		2		
Vertind	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1	5
Gegalvaniseerd	Banden		50	2	20	40
Met loden mantel	Getwijnde kabels	1,8 (1)	25		1000	
	Ronde draden		25		2000	

(1) Waarde voor iedere draad
(2) Banden, gelamineerd of uitgesneden, met afgeronde hoeken

b. Uitvoering

De aardverbinding wordt verwezenlijkt volgens een van de hierna vermelde uitvoeringswijzen of een combinatie ervan:

b.1. ofwel een aardingslus met een lengte van minstens 8 m in contact met de grond en in een sleuf geplaatst. Indien de hoogspanningsinstallatie zich in een gebouw bevindt, wordt de lus onder de buitenwanden van het gebouw geplaatst.
De beide uiteinden van de lus worden aangesloten op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.2. ofwel ten minste vier aardingsstaven met een nuttige lengte van minimum 1,5 m, verticaal of schuin naar buiten ingedreven (max. 45° t.o.v. de verticale) aan de buitenkant van de constructie en regelmatig over de omtrek van deze constructie verdeeld. Deze staven

worden onderling verbonden door middel van een aardingslus waarvan beide uiteinden aangesloten worden op een aardingsonderbreker, opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.3. ofwel een diepte-aardelektrode, met een ingedreven lengte van minimum 6 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.4. ofwel een horizontale aardelektrode met een nuttige lengte van minstens 8 m. Deze aardelektrode wordt aangesloten door middel van een aardgeleider op een aardingsonderbreker opgesteld op een veilig bereikbare plaats;

b.5. ofwel een gemaasd net met een oppervlakte groter dan 200 m^2 en samengesteld uit ten minste 9 mazen. Deze mazen hebben zijden van maximum 10 m en worden bij voorkeur geplaatst onder de zone ingenomen door de hoogspanningsinstallatie.
Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór de ingebruikname.

b.6. Bijzonder geval

1. De aardverbinding van de elektrische installaties van de spoorwegen langsheen de spoorlijnen en waarvan de nominale spanning 1100 V wisselspanning niet overschrijdt, mag samengesteld zijn uit een geheel van onderling elektrisch verbonden stalen palen ingegoten in een betonmassief dat in direct contact is met de aarde voor zover dat:
   - het contactoppervlak tussen paal en beton, gelegen minstens 30 cm onder het maaiveld, minstens 5000 cm^2 bedraagt per paal;
   - het aantal palen minstens 30 bedraagt;
   - de minimumafstand tussen 2 palen 10 m bedraagt.
2. De aardverbinding van de niet-huishoudelijke elektrische installaties mag samengesteld zijn uit heipalen van gewapend beton dat in direct contact is met de aarde, voor zover dat:
   - het aantal heipalen minstens 4 bedraagt;
   - de nuttige lengte ten minste 10 m bedraagt;
   - de afstand tussen deze 4 palen ten minste 6 m bedraagt;
   - de diameter van de heipalen ten minste 35 cm bedraagt;
   - de bewapening van de verschillende heipalen onderling elektrisch verbonden zijn.

Aardingsonderbrekers zijn in dit geval niet vereist, maar de meting van de initiële waarde van de aardingsweerstand moet (zoals voorzien in *punt b.3.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*) mogelijk gemaakt worden vóór het gieten van de betonplaat.

Onderafdeling 5.5.2.3. Globale aarding

a. Algemeen principe

De globale aarding maakt het mogelijk de potentiaalstijgingen van de lokale aardingen te beperken door een betere spreiding van de aardfoutstroom.

De globale aarding wordt bekomen door:
- hetzij een voldoende lengte aan kabels met aardingseffect;
- hetzij een voldoende aantal via beschermingsgeleiders met elkaar verbonden lokale hoogspanningsaardingsinstallaties;
- hetzij een combinatie van beide voorvermelde mogelijkheden.

b. Voorwaarden waaraan een globale aarding moet voldoen

Een globale aarding moet voldoen aan een van de voorwaarden *b.1.* of *b.2.* of *b.3.*, hierna vermeld:

b.1.
- de lokale HS-aardingsinstallaties worden verbonden met de kabels met aardingseffect;
- de som van de lengten van deze kabels bedraagt ten minste 1 km, de gemeenschappelijke trajecten tellen slechts eenmaal;

b.2 ten minste 20 lokale HS-aardingsinstallaties zijn gekoppeld;

b.3. combinatie van de voorwaarden *b.1.* en *b.2.* waarbij aangenomen wordt dat één lokale aardingsinstallatie gelijkwaardig is aan 50 m kabel met aardingseffect.

De kabels met aardingseffect moeten niet noodzakelijk een doorlopend geheel vormen maar mogen onderling worden verbonden door de beschermingsgeleiders van andere kabeltypes of van bovengrondse lijnen. De gemiddelde lengte (*L*) van deze beschermingsgeleiders die

dienen om de lokale aardingsinstallaties en/of stukken kabel met aardingseffect onderling te verbinden moeten beantwoorden aan de volgende formule:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16\,mm^2} \text{ (m)}$$

S_m = gewogen gemiddelde van de doorsnede volgens de lengte van de beschermingsgeleiders van de verbindingskabels en uitgedrukt in mm^2 doorsnede gelijkwaardig koper.

Indien de onderlinge koppeling verscheidene kabels in parallel omvat, zal daarmee rekening worden gehouden bij de berekening van S_m.

De elektrische continuïteit van de metalen delen van de mantels en van de beschermingsgeleiders wordt verzekerd ter hoogte van de verbindingen, van de schakelposten, van de omvormposten en van de steunen.

c. Gebruik van de globale aarding van het bovenliggende distributienet

Op aanvraag van de uitbater van een hoogspanningsinstallatie aangesloten aan een ander bovenliggende verdeelnet, zal de uitbater van dit bovenliggende verdeelnet bevestigen dat de betrokken installatie al dan niet zal geïntegreerd worden in een net met globale aarding.

Afdeling 5.5.3. Verwezenlijking van de beschermingsgeleiders

Onderafdeling 5.5.3.1. Aard van de geleiders

Mogen als beschermingsgeleiders worden gebruikt:
- onafhankelijke geleiders;
- geleiders die in dezelfde elektrische leiding zijn ondergebracht als de actieve geleiders van een installatie voor zover ze op dezelfde wijze geïsoleerd zijn als de voornoemde actieve geleiders;
- metalen mantels, omvlechtingen, pantseringen en schermen, al of niet geïsoleerd, van elektrische leidingen, waarvan de geschiktheid in dit opzicht erkend wordt door de regels van goed vakmanschap;
- metalen structuren waarop de hoogspanningstoestellen bevestigd zijn op voorwaarde dat bijzondere voorzorgen worden genomen om:
  1. de elektrische continuïteit te verzekeren d.m.v. een aangepast contactoppervlak;
  2. de elektrische continuïteit niet in gevaar te brengen door mechanische, chemische of elektrochemische beschadiging en door verwarming veroorzaakt door de te voorziene maximale foutstroom tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.5.3.2. Minimumdoorsnede van de geleiders

De doorsnede van de beschermingsgeleider moet zodanig zijn dat de geleider zonder beschadiging door verhitting, de te verwachten maximale foutstroom verdraagt tot het ogenblik van uitschakeling door de beschermingsinrichtingen. Voor de onafhankelijke geleiders is de minimumdoorsnede:
- 16 mm^2 voor koperen geleiders bij opbouw of ingesloten in beton;
- 35 mm^2 voor koperen geleiders, bij inbouw of ingegraven, niet beschermd tegen corrosie;
- 50 mm^2 voor aluminium of stalen geleiders.

De aarding van zekere metalen delen, zoals leuningen, mag echter verwezenlijkt worden door middel van een koperen beschermingsgeleider met een minimumdoorsnede van 4 mm^2.

De doorsnede voor de aarding van een punt van de secundaire wikkeling van hoogspanningsmeettransformatoren is ten minste gelijk aan 2,5 mm^2 voor koperen geleiders. Indien de aarding uitgevoerd is met een beschermingsgeleider zonder mechanische bescherming is de doorsnede van de beschermingsgeleider ten minste 4 mm^2 in koper.

Onderafdeling 5.5.3.3. Installeren van de geleiders

De beschermingsgeleiders moeten voldoende beschermd worden tegen mechanische en chemische beschadiging en elektrodynamische krachten.

Onafhankelijke aluminium geleiders, blank of geïsoleerd mogen noch ingegraven noch verzonken worden geplaatst.

Onderafdeling 5.5.3.4. Merken van de geleiders

De beschermingsgeleider, al of niet ingesloten in een kabel, moet gemerkt worden op de wijze voorgeschreven in de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde norm of beantwoordt aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

Onderafdeling 5.5.3.5. Verbinding van de geleiders met het elektrisch materieel

De massa's van alle elektrische machines en toestellen moeten worden verbonden met een beschermingsgeleider zoals voorzien in *onderafdeling 5.5.3.1.*

Indien metalen gebinten van een hoogspanningsschakelcombinatie als beschermingsgeleider worden gebruikt moeten deze, die een functionele eenheid vormen (bijvoorbeeld cellen), bovendien worden verbonden met een doorlopende koperen beschermingsgeleider waarop andere beschermingsgeleiders kunnen worden aangesloten.

Dit voorschrift is niet van toepassing op de metalen vasthechtingselementen van isolatoren.

Het wegnemen van een elektrische machine of toestel mag de continuïteit van de beschermingsstroombaan niet onderbreken.

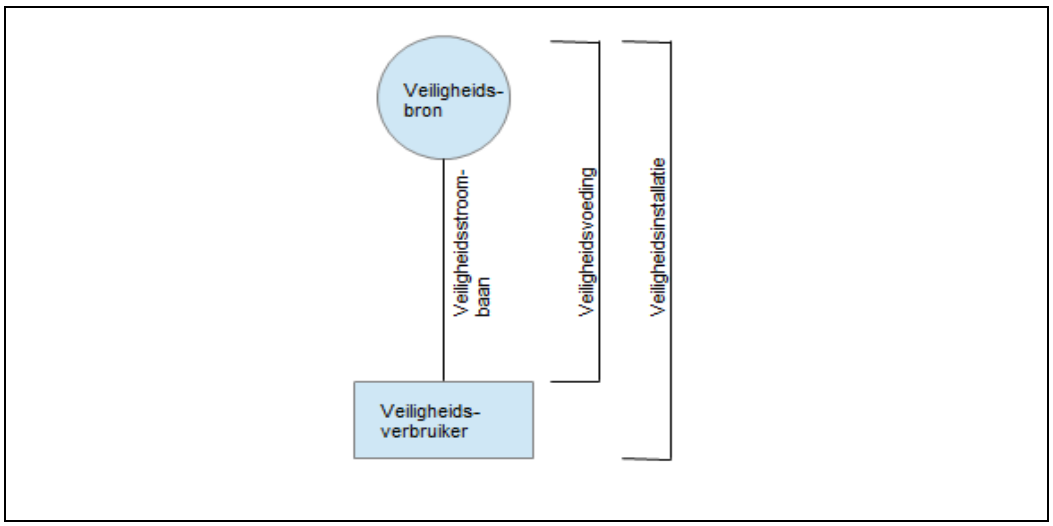
Hoofdstuk 5.6. Veiligheidsinstallaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

Afdeling 5.6.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften betreffende de keuze en het gebruik van de veiligheidsinstallaties.

De veiligheidsinstallatie kan in het algemeen volgens *figuur 5.48.* aangegeven worden.

Figuur 5.48. Principe van een veiligheidsinstallatie



De specifieke voorschriften, die in een ander referentiekader beschreven worden, mogen afwijken van deze van dit hoofdstuk, als de veiligheidsinstallatie aan het geheel van de eisen van dit ander referentiekader beantwoordt. De specifieke voorschriften van dit hoofdstuk die niet door dit referentiekader gedekt worden, blijven van toepassing. De verplichting om ten minste aan de wettelijke eisen te beantwoorden blijft steeds geldig.

Men verstaat onder ander referentiekader:
- hetzij een wettelijke eis van toepassing in België;
- hetzij een technische norm die door de Koning bekrachtigd of door het NBN geregistreerd is.

De uitbater of zijn afgevaardigde moet een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties uitvoeren. Deze bevat ten minste:
- de bepaling van de veiligheidsinstallaties;
- de bepaling van de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker;
- de bepaling van de kenmerken van de veiligheidsbronnen.

De maatregelen, die in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties genomen zijn, zijn in de lijst met de veiligheidsinstallaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.6.* onder:
- redundante veiligheidsverbruikers: het gebruik van meerdere veiligheidsverbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante veiligheidsverbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een veiligheidsinstallatie te voeden en waarbij het
  uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties bepaald.

Afdeling 5.6.2. Doelen

Het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie moet gegarandeerd worden:

- bij het uitvallen van de normale bron;
- bij een brand;
- bij een elektrische fout.

Om aan deze voorwaarden te voldoen, is het noodzakelijk om specifieke elektrische bronnen, materialen, stroombanen en leidingen te kiezen.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de veiligheidsinstallatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Afdeling 5.6.3. Bepaling van de veiligheidsinstallaties

Worden bepaald als veiligheidsinstallaties:
- deze die in de wettelijke eisen opgelegd worden, zoals vastgesteld in *afdeling 5.6.1.*;
- en deze die op basis van een risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald worden.

Per definitie vallen de verbruikers met positieve veiligheid niet onder de veiligheidsinstallaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde stelt de lijst met de veiligheidsinstallaties op. Deze lijst vermeldt voor elke veiligheidsinstallatie de referentie (risicoanalyse of wettelijke eisen).

De veiligheidsinstallaties worden weergegeven op een of meerdere plannen van de veiligheidsinstallaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 5.6.4. Bepaling van de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruikers

De tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker wordt bepaald:
- hetzij door een referentiekader zoals vastgesteld in *afdeling 5.6.1.*;
- hetzij door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties.

De lijst met de veiligheidsinstallaties vermeldt voor elke veiligheidsverbruiker hun tijd van functiebehoud.

Afdeling 5.6.5. Maatregelen te nemen bij het uitvallen van de normale bron

Onderafdeling 5.6.5.1. Veiligheidsverbuikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bron die in de veiligheidsverbruiker geïntegreerd is, moet automatisch worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron. Deze bron moet een werkingstijd garanderen die ten minste gelijk is aan de tijd van functiebehoud bepaald in *afdeling 5.6.4.*

De risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties of eventuele referentiekaders bepalen de noodzaak:

- om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten.

De uitbater moet de correcte werking van de geïntegreerde veiligheidsbron van de veiligheidsverbruiker garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Hij moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren en hij moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.6.5.2. Veiligheidsverbuikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Voor de veiligheidsbronnen bepaalt de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties ten minste:
- hun aantal;
- hun plaatsing;
- hun inschakeltijd;
- de plaats van de spanningsmetingen voor de automatische omschakeling (waarbij rekening wordt gehouden met de frequentieschommelingen of spanningsdalingen);
- de noodzaak om het uitvallen van de normale bron te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de noodzaak om de storingen te melden en de eventuele middelen die moeten in werking gesteld worden;
- de frequentie van de omschakelingstesten;
- de volgorde van de inschakeling van het geheel van de veiligheidsbronnen.

De toegelaten bronnen zijn de volgende:
- herlaadbare batterijen;
- niet-herlaadbare batterijen;
- stroomgeneratoren die onafhankelijk van de normale bron zijn;
- ononderbreekbare voedingsbronnen (ook genoemd uninterruptible power supply).

Men verstaat onder veiligheidsbron: een veiligheidsbron of een geheel van veiligheidsbronnen.

De veiligheidsbron moet automatisch en volgens de volgorde bepaald in de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties worden ingeschakeld bij het uitvallen van de normale bron.

De veiligheidsbron moet op een vaste standplaats geïnstalleerd worden, zodanig dat hij niet door het uitvallen van de normale bron kan beïnvloed worden.

De veiligheidsbron moet de tijd van functiebehoud garanderen voor elke veiligheidsverbruiker die aan hem aangesloten wordt.

De veiligheidsbron moet in een geschikte en uitsluitend daarvoor bestemde ruimte geïnstalleerd zijn. De ruimte is alleen toegankelijk voor gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De veiligheidsbron moet worden ontworpen en geïnstalleerd opdat de risico's op een brand, een overstroming, vorst of vandalisme en andere nadelige omstandigheden die de beschikbaarheid van de veiligheidsvoeding kunnen verstoren, worden beperkt.

De plaats van de veiligheidsbron moet behoorlijk geventileerd worden opdat de geproduceerde gassen en rook zich niet naar lokalen die toegankelijk zijn voor personen, kunnen verspreiden.

Afzonderlijke aansluitingen, onafhankelijk van elkaar en gevoed door het distributienet (laagspanning of hoogspanning) worden niet als veiligheidsbron toegelaten.

Het vermogen van de veiligheidsbron is dusdanig dat het opstarten en het werken van de veiligheidsverbruikers aangesloten aan de veiligheidsbron onder de meest ongunstige omstandigheden gegarandeerd zijn. Een veiligheidsbron mag ook, met of zonder afschakeling, gebruikt worden voor verbruikers die geen veiligheidsverbruikers zijn, op voorwaarde dat zijn beschikbaarheid voor de veiligheidsverbruikers niet nadelig beïnvloed wordt.

De uitbater moet de correcte werking van de veiligheidsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de veiligheidsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, … De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. Een omschakelingstest onder belasting moet ten minste een keer per jaar uitgevoerd worden. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de

noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de veiligheidsinstallaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Afdeling 5.6.6. Maatregelen te nemen bij een brand

Onderafdeling 5.6.6.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers en hun stroombanen (schakel- en verdeelborden en elektrische leidingen) is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.6.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De brandweerstand van de veiligheidsverbruikers is niet vereist. Nochtans sluit dit het gebruik van veiligheidsverbruikers met een brandweerstand niet uit om aan andere verplichtingen te beantwoorden.

De *onderafdelingen 5.6.6.2.* tot *5.6.6.4.* zijn van toepassing voor de veiligheidsbron en de veiligheidsstroombanen.

De onafhankelijke beschermingsgeleiders en de kabels ten behoeve van communicatie en informatietechnologie, van signalisatie of bediening van de veiligheidsinstallaties moeten aan de eisen van de elektrische leidingen van *onderafdeling 5.6.6.4.* voldoen, tenzij de goede werking van de veiligheidsverbruikers door deze leidingen niet nadelig beïnvloed wordt.

Onderafdeling 5.6.6.2. Niet-geïntegreerde veiligheidsbron

Elk lokaal waarin een niet-geïntegreerde veiligheidsbron geïnstalleerd wordt, moet ten opzichte van de belendende lokalen een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die hij voedt. De rookafvoer- en verluchtingskanalen dienen eveneens een brandweerstand te bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van brandweerstand van het lokaal van de veiligheidsbron, wanneer deze kanalen andere lokalen doorlopen dan het lokaal van de veiligheidsbron.

Onderafdeling 5.6.6.3. Schakel- en verdeelborden van de veiligheidsstroombanen (in dit Boek veiligheidsbord genoemd)

De veiligheidsborden:
- ofwel ze zijn ondergebracht in uitsluitend voor dit doel bestemde lokalen, met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden;
- ofwel ze bezitten een brandweerstand (met inbegrip van hun toebehoren) gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden.

De lokalen en de veiligheidsborden zijn alleen toegankelijk voor het gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel.

De schikkingen van de twee eerste alinea's zijn niet van toepassing op de bedieningsborden en/of de signalisatieborden die omwille van andere veiligheidsredenen toegankelijk moeten blijven (bijvoorbeeld: bedienings- en signalisatiepaneel voor de branddetectie).

In afwijking van de verplichting van de uitsluitend bestemde lokalen voor de niet-geïntegreerde veiligheidsbron (*onderafdeling 5.6.5.2.* 7de alinea) en voor de veiligheidsborden (*onderafdeling 5.6.6.3.* 1ste alinea), is het toegelaten dat een veiligheidsbron en de veiligheidsborden in hetzelfde lokaal worden geïnstalleerd. Dit lokaal moet een brandweerstand bezitten gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die/dat de veiligheidsbron en de veiligheidsborden voeden.

Het is toegelaten om andere stroombanen dan veiligheidsstroombanen in de veiligheidsborden te installeren, indien
- het brandwerende veiligheidsborden betreft; en
- de niet-veiligheidsstroombanen van de veiligheidsstroombanen worden afgeschermd door een tussenschot waarvan de brandweerstand gelijk aan deze van het veiligheidsbord is.

Onderafdeling 5.6.6.4. Elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

Om het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers en de veiligheidsborden te bekomen, zijn de elektrische leidingen van hun veiligheidsstroombanen:
- hetzij niet-redundant en met een brandweerstand (zie *punt b.*);
- hetzij redundant (zie *punt c.*).

Als de elektrische leiding van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord een brandweerstand bezit, is het volgend voorschrift van toepassing:
- bij het gebruik van aftakdozen op het traject van de elektrische leiding, moeten deze een brandweerstand hebben gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de veiligheidsverbruiker of het veiligheidsbord, die/dat door de elektrische leiding gevoed wordt.

In uitsluitend voor de veiligheidsbron en het veiligheidsbord bestemde lokalen met een brandweerstand gedurende een tijd ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van elke veiligheidsverbruiker die ze voeden, is de brandweerstand van de elektrische leidingen van een veiligheidsstroombaan in deze lokalen niet vereist, op voorwaarde dat de totale lengte van de elektrische leidingen van deze veiligheidsstroombaan in deze lokalen 10 meter niet overschrijdt.

In de compartimenten (buiten in de vorige alinea bedoelde lokalen) waarin een veiligheidsverbruiker wordt geïnstalleerd, is de brandweerstand van de elektrische leiding(en) van de eindveiligheidsstroombaan van deze veiligheidsverbruiker in deze compartimenten niet vereist, op voorwaarde dat:
- de totale lengte van de elektrische leiding(en) van deze eindveiligheidsstroombaan in deze compartimenten 10 meter niet overschrijdt; en
- de veiligheidsverbruiker geen brandweerstand bezit.

De brandweerstand van de interne bekabeling van het veiligheidsbord is niet vereist.

b. Niet-redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen met een brandweerstand

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door een niet-redundante elektrische leiding gevoed wordt, zijn de geïsoleerde geleiders, de kabels en hun toebehoren:
- ofwel van het type met kenmerk FR2 in overeenstemming met de *tabel 4.8.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* of equivalent hiermee, met een gewaarborgd functiebehoud zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel ondergebracht in aanlegsystemen beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel verzonken in vloeren en muren beantwoordend aan het vereiste brandweerstandsniveau dat een functiebehoud waarborgt zoals bepaald in *afdeling 5.6.4.;*
- ofwel ingegraven.

Indien alle samenstellende delen van het geheel (draagstel, geïsoleerde geleider, kabel en bevestiging) de brandweerstand voor het functiebehoud hebben en de samenstellende delen overeenkomstig de voorschriften van de fabrikanten geïnstalleerd zijn, dan wordt het geheel met een kenmerk equivalent aan FR2 beschouwd.

Elke geïsoleerde geleider of kabel die aan het draagstel van een geheel met het kenmerk FR2 of met een kenmerk equivalent aan FR2 wordt toegevoegd, dient het kenmerk FR2 of FR1 te bezitten. De classificatie m.b.t. de brandreactie van *tabel 4.7.* van *onderafdeling 4.3.3.4.* is ook van toepassing.

De plaatsing en de installatie van de elektrische leidingen en hun bevestigingen moeten het functiebehoud van de veiligheidsstroombaan garanderen.

In lange verticale installaties moeten de bevestigingen van de elektrische leidingen garanderen dat de elektrische leidingen bij brand niet vroegtijdig wegzakken.

Er wordt rekening gehouden met de mogelijke negatieve invloed van de plaatsing van andere installaties (elektrisch en niet-elektrisch), die geen veiligheidsinstallaties zijn en die in de nabijheid van de veiligheidsinstallaties worden geplaatst. Voorbeeld van een situatie die moet vermeden worden: een kabelgoot zonder het kenmerk FR2 die boven een kabelgoot met het kenmerk FR2 geplaatst wordt en die op deze laatste kan vallen bij een brand.

Om de doorsnede van de geleiders te berekenen, moeten de verhoging van de weerstand van de geleiders van de elektrische leiding evenals de verzwakking van elk transmissiesignaal in rekening worden gebracht ten gevolge van de temperatuursverhoging bij een brand. Er wordt rekening gehouden met het compartiment waarin zich de grootste spanningsval in de elektrische leiding van de

veiligheidsstroombaan bevindt. Het is toegelaten om rekening te houden met de invloed van de eventuele brandbeschermingsmiddelen geïnstalleerd in het compartiment (bv: sprinkler).
De maximale verhoging van de omgevingstemperatuur bij een brand wordt bepaald door de uitbater volgens de gestandaardiseerde temperatuur-tijd curve die de duur van de brandweerstand van de bouwelementen bepaalt. Deze hangt af van de tijd van functiebehoud bepaald *in afdeling 5.6.4.* De doorsnede van de geleiders van de elektrische leiding kan volgens de regels van goed vakmanschap berekend worden.

c. Redundante elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen

Als het veiligheidsbord of de veiligheidsverbruiker door meerdere elektrische leidingen (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) gevoed wordt en als elke elektrische leiding in afzonderlijke compartimenten loopt met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van het/de door de redundante elektrische leidingen gevoede veiligheidsbord of veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van de elektrische leidingen niet vereist in deze compartimenten.

d. Bijzondere gevallen

In geval van de redundante veiligheidsverbruiker (aantal te bepalen door de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) en als elke elektrische leiding naar een redundante veiligheidsverbruiker loopt door afzonderlijke compartimenten met een brandweerstand ten minste gelijk aan de tijd van functiebehoud van de door de elektrische leiding gevoede veiligheidsverbruiker, is de brandweerstand van elke elektrische leiding niet vereist in deze compartimenten.

Afdeling 5.6.7. Maatregelen te nemen bij een elektrische fout

Onderafdeling 5.6.7.1. Algemeenheden

a. Veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron

De bescherming tegen overbelasting, kortsluiting en onrechtstreekse aanraking van de stroombanen van de veiligheidsverbruikers moet de beschermingsmaatregelen van de *hoofdstukken 4.2.* (bescherming tegen elektrische schokken) en *4.4.* (elektrische bescherming tegen overstroom) respecteren.

De goede werking van een stroombaan met veiligheidsverbruikers mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

b. Veiligheidsverbruikers met niet-geïntegreerde veiligheidsbron

De *onderafdelingen 5.6.7.2.* tot *5.6.7.5.* zijn van toepassing voor de maatregelen te nemen bij een elektrische fout in een veiligheidsstroombaan.

Onderafdeling 5.6.7.2. Algemene beschermingsmaatregelen van de veiligheidsstroombanen

De goede werking van een veiligheidsstroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die niet ontworpen zijn om in parallel te werken:
- voorzieningen zijn aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

Voor voedingsbronnen (normaal/veiligheid) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- zijn de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De veiligheidsverbruikers mogen over een of meerdere veiligheidsborden verdeeld worden.

De hoofdveiligheidsborden waaraan de veiligheidsverbruikers of de secundaire veiligheidsborden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de veiligheidsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de veiligheidsverbruikers rechtstreeks door het laagspanningshoofdbord en/of door de veiligheidsbron gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

De redundante veiligheidsverbruikers en de redundante elektrische leidingen worden beschermd door individuele beschermingsinrichtingen.

Onderafdeling 5.6.7.3. Bescherming tegen overbelasting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een eindveiligheidsstroombaan een elektrische motor van een veiligheidsinstallatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde dat:
   - hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
   - hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor het RWA-systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.6.7.4. Bescherming tegen kortsluiting in de veiligheidsstroombanen

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Als een veiligheidsstroombaan meerdere veiligheidsverbruikers voedt, moet een kortsluitisolator op het niveau van elke veiligheidsverbruiker voorzien worden om het uitvallen van de voeding van alle veiligheidsverbruikers gevoed door dezelfde stroombaan te vermijden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeelden: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

Onderafdeling 5.6.7.5. Bescherming tegen aardfouten in de veiligheidsstroombanen

a. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle veiligheidsstroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een veiligheidsverbruiker niet door een eerste aardfout in de eindveiligheidsstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de veiligheidsbron en de normale bron. De maatregelen van *punt b.* zijn van toepassing.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

b. Te nemen beschermingsmaatregelen

b.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.7.3., 4.2.7.4.* en *4.2.7.5.*);

5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de veiligheidsinstallatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de veiligheidsverbruikers die alleen in geval van noodsituaties werken (voorbeeld: RWA systeem (rook- en warmteafvoer) bij een brand), een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de eindveiligheidsstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de veiligheidsverbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

b.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante veiligheidsverbruikers (zie *afdeling 5.6.1.*).

Wat betreft de redundante veiligheidsverbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

b.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten b.1.* en *b.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten b.1.* en *b.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de veiligheidsstroombanenn niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* **en** *4.2.2.3.*

Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.

2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de veiligheidsinstallaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de veiligheidsverbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Afdeling 5.6.8. Bijzondere voorschriften

a. Markeringen

Markeringen laten toe om de bestemming van veiligheidsinstallaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde veiligheidsbronnen;
- de veiligheidsborden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;
- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdschakel- en verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron;
- de draagstellen van de elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen;
- de veiligheidsverbruikers.

Worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld: «VEILIGHEIDSINSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN.»:
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsstroombanen;

- de uitsluitend voor de veiligheidsborden of de veiligheidsverbruikers voorbehouden beveiligingstoestellen in het laagspanningshoofdschakel en -verdeelbord;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de veiligheidsverbruikers met geïntegreerde veiligheidsbron.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

b. Andere voorschriften

De materialen van de veiligheidsinstallaties moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de veiligheidsstroombanen mogen alleen de geleiders van de veiligheidsstroombanen bevatten.

Hoofdstuk 5.7. Kritische installaties (Bij laagspanning en bij zeer lage spanning)

Afdeling 5.7.1. Algemeenheden

Dit hoofdstuk behandelt de specifieke voorschriften inzake de keuze en het gebruik van de kritische installaties.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de kritische installaties op basis van een risicoanalyse. Hij stelt de lijst met de kritische installaties op. De maatregelen genomen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties zijn in de lijst met de kritische installaties vermeld. De lijst en de risicoanalyse van de kritische installaties worden ter beschikking gehouden van het erkend organisme en de met het toezicht belaste ambtenaar. Deze worden weergegeven op een of meerdere plannen van de kritische installaties. Deze plannen dienen te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3*. parafeert de plannen voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de plannen en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Kunnen worden beschouwd als kritische installaties: productielijn, serverlokaal, controlezaal, gebouw voor industriële veehouderij, …

Om het functiebehoud van een kritische installatie te garanderen, kan de uitbater of zijn afgevaardigde, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, andere maatregelen dan deze van dit hoofdstuk nemen en waarvoor hij ze voldoende acht. Bijvoorbeelden: de melding van het eventuele stoppen van de installatie, organisatorische maatregelen, het gebruik van beschermingsinrichtingen met automatische wederinschakeling (*onderafdeling 5.3.3.6.*), …

Er moet vooral rekening gehouden worden met het functiebehoud bij een elektrische fout. De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de noodzaak aan maatregelen bij het uitvallen van de normale bron en/of bij een brand.

Het is ook noodzakelijk om rekening te houden met de uitwendige invloeden, die het functiebehoud van de kritische installatie kunnen verstoren. Ze worden door de uitbater of zijn afgevaardigde bepaald bij de keuze en het gebruik van het elektrisch materieel.

Men verstaat in *hoofdstuk 5.7.* onder:
- redundante kritische verbruikers: het gebruik van meerdere kritische verbruikers om dezelfde functie te garanderen en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante kritische verbruikers het vooropgestelde doel niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald;
- redundante elektrische leidingen: het gebruik van meerdere elektrische leidingen om via een lus van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers van een kritische installatie te voeden en waarbij het uitvallen van een of meerdere van de redundante elektrische leidingen de voeding van de schakel- en verdeelborden of de verbruikers niet hindert. Het niveau van de redundantie wordt door de risicoanalyse van de kritische installaties bepaald.

Afdeling 5.7.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

Onderafdeling 5.7.2.1. Algemeenheden

De kritische verbruikers mogen over een of meerdere schakel- en verdeelborden verdeeld worden (in dit Boek kritische borden genoemd).

Het is toegelaten om kritische stroombanen in veiligheidsborden te plaatsen, op voorwaarde dat de in *hoofdstuk 5.6.* opgenomen voorschriften van de veiligheidsborden worden gerespecteerd. Het betrokken bord moet als een veiligheidsbord beschouwd worden.

De kritische hoofdborden waaraan de kritische verbruikers of de kritische secundaire borden aangesloten worden, worden rechtstreeks gekoppeld:
- aan de normale bron via het laagspanningshoofdbord door uitsluitend voor dit gebruik voorbehouden beveiligingstoestellen, en
- aan de eventuele niet-geïntegreerde vervangingsbron via een afzonderlijke stroombaan.

Het is toegelaten in afwijking van deze onderafdeling dat de kritische verbruikers rechtstreeks door de niet-geïntegreerde vervangingsbron en/of door het laagspanningshoofdbord gevoed worden, via afzonderlijke stroombanen.

Men verstaat onder laagspanningshoofdbord: het hoofdbord van een gebouw, een zone of een gedeeltelijke installatie (bv.: buiteninstallatie).

Onderafdeling 5.7.2.2. Bij het uitvallen van de normale bron

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen bij de keuze en het gebruik van een vervangingsbron om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen. Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen voor de veiligheidsbronnen (*afdeling 5.6.5.*): type, kenmerken, plaats, toegankelijkheid, inschakeling, vermogen, test …

Indien een niet-geïntegreerde vervangingsbron gebruikt wordt, zijn de volgende voorschriften altijd van toepassing:

1° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die niet ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- voorzieningen zijn aangebracht om deze parallelwerking te voorkomen;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn voor iedere voedingsbron gewaarborgd.

2° Voor voedingsbronnen (normaal/vervanging) die wel ontworpen zijn om in parallelbedrijf te werken:
- kan het parallelbedrijf specifieke inrichtingen eisen, bijvoorbeeld een bescherming tegen terugvoeding;
- de bescherming tegen onrechtstreekse aanraking en de beveiliging tegen kortsluiting zijn ook bij parallelwerking gewaarborgd;
- zijn voorzieningen getroffen om de vereffeningsstroom in de verbindingen tussen de nulpunten van de voedingsbronnen te beperken.

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt de tijd van functiebehoud van elke kritische verbruiker op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties. De lijst met de kritische installaties vermeldt de tijd van functiebehoud voor elke veiligheidsverbruiker.

De uitbater moet de correcte werking van de vergangingsbron garanderen door het uitvoeren van onderhoud en toezicht. Dat bevat bijvoorbeeld voor de niet-geïntegreerde vervangingsbron: de beschikbaarheid van de hulpinstallaties van de vervangingsbron, het niveau van de brandstof, het laadniveau van de batterijen, de omschakelingstest onder belasting ten minste een keer per jaar… De uitbater moet regelmatige omschakelingstesten uitvoeren. De uitbater moet in geval van storing zo spoedig mogelijk de noodzakelijke herstellingen uitvoeren om het functiebehoud van de kritische installaties te garanderen. De persoon die dit onderhoud en deze testen uitvoert documenteert de uitgevoerde tussenkomsten.

Onderafdeling 5.7.2.3. Bij een brand

De uitbater of zijn afgevaardigde bepaalt indien noodzakelijk, op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties, de maatregelen te nemen bij een brand om het functiebehoud van de kritische verbruikers te garanderen.

Hij houdt eventueel rekening met sommige maatregelen van de veiligheidsinstallaties wat betreft de maatregelen te nemen bij een brand (*afdeling 5.6.6.*): brandweerstand van de bron, de schakel en -verdeelborden, de elektrische leidingen, …

Onderafdeling 5.7.2.4. Bij een elektrische fout

a. Algemeenheden

De goede werking van een kritische stroombaan mag niet nadelig beïnvloed worden door een elektrische fout in een andere stroombaan. Dat vereist de selectiviteit tussen de beschermingsinrichtingen.

De redundante kritische verbruikers en de redundante elektrische leidingen worden door een individuele beschermingsinrichting beschermd.

b. Bescherming tegen overbelasting

De bescherming tegen overbelasting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen overbelasting achterwege worden gelaten:
1° als een kritische eindstroombaan een elektrische motor van een kritische installatie voedt die noch permanent noch tijdens lange perioden werkt, en, als het noodzakelijk is om veiligheidsredenen, dat deze motor zijn werking onder mechanische storingsomstandigheden kan garanderen, op voorwaarde dat:
   - hetzij het voorkomen van de overbelasting bewaakt wordt;
   - hetzij zijn elektrische leiding en zijn bedienings- en beschermingstoestellen aan de overbelastingstromen veroorzaakt door deze storingen kunnen weerstaan. Tenzij anders vermeld door de motorfabrikant, mag men beschouwen dat deze laatste voorwaarde voldoet als de toegekende stroom van de bedienings- en beschermingstoestellen en de toelaatbare stroom van de elektrische leiding bepaald worden voor een bedrijfsstroom gelijk aan tweemaal de nominale stroom van de motor. Bijvoorbeeld: de motoren gebruikt voor de ventilatie van een gebouw voor industriële veehouderij.

2° voor de elektrische machines of toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bijvoorbeeld: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

c. Bescherming tegen kortsluiting

De bescherming tegen kortsluiting moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

In afwijking van de eerste alinea mag de bescherming tegen kortsluiting achterwege worden gelaten voor de machines of de toestellen waarvan het onvoorzien afschakelen van hun stroombaan gevaren of zware gevolgen met zich kan meebrengen (*onderafdeling 5.2.4.2.*). Bij voorbeelden: opwekkingsstroombaan van motoren, geïnduceerde stroombaan van wisselstroommachines, secundaire stroombaan van stroomtransformatoren, …

d. Bescherming tegen aardfouten in de kritische stroombanen

d.1. Algemeenheden

De bescherming tegen aardfouten moet voor alle kritische stroombanen voorzien worden.

Onverminderd de beschermingsmaatregelen tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking, mag het functiebehoud van een kritische verbruiker niet door een eerste aardfout in de kritische eindstroombaan beïnvloed worden bij de werking op de niet-geïntegreerde vervangingsbron (indien van toepassing) en de normale bron. De maatregelen van *punt d.2.* zijn van toepassing.

De overgang van een aardverbindingssysteem naar een ander aardverbindingssysteem kan sommige risico's bevatten waaraan er een bijzondere aandacht dient te worden besteed.

d.2. Te nemen beschermingsmaatregelen

d.2.1. Beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout

De beschermingsmaatregelen zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout zijn:
1. het gebruik van elektrisch materieel van de klasse II of met een veiligheidsgraad gelijkwaardig met de toestellen van de klasse II (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
2. het gebruik van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
3. de bescherming tot het onmogelijk maken van een gelijktijdige aanraking van delen die op potentialen kunnen gebracht worden waaraan het verschil gevaarlijk is (*onderafdeling 4.2.3.3.*);
4. het gebruik van de ZLVS of ZLBS (*onderafdelingen 4.2.3.3.,4.2.7.3., 4.2.7.4.* en *4.2.7.5.*);

5. het gebruik van het IT-net op het geheel of een deel van de kritische installatie (te bepalen in het kader van de risicoanalyse van de kritische installaties) bewaakt door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een visueel of akoestisch signaal bij de eerste fout (*onderafdeling 4.2.3.4.*);
6. voor de kritische verbruikers die noch permanent noch tijdens lange perioden werken, een permanente bewaking van de isolatie ten opzichte van de aarde van de kritische eindstroombaan door een toestel voor permanente isolatiecontrole met een optisch of akoestisch signaal van de fout en dit tijdens de perioden van niet functioneren van de kritische verbruiker.

Zodra een toestel voor permanente isolatiecontrole het ontstaan van een rechtstreekse aardfout meldt (*punten 5.* en *6.*), moeten de nodige maatregelen tot opsporing en uitschakeling van deze fout genomen worden.

Voor het gebruik van het IT-net is het belangrijk om ten minste aan de volgende voorwaarden beantwoorden:
- de voorwaarden van de veiligheidsscheiding van de stroombaan (*onderafdeling 4.2.3.3.*) inzake de uitgestrektheid van de stroombaan;
- het is verboden om een driefasige IT-systeem met verdeelde nulgeleider te gebruiken.

d.2.2. Beschermingsmaatregelen met automatische onderbreking bij de eerste aardfout

Dat vereist het gebruik van de redundante kritische verbruikers (zie *afdeling 5.6.1.*).

Wat betreft de kritische verbruikers gevoed door meerdere aparte stroombanen, mag een fout die zich in een stroombaan voordoet niet nadelig de bescherming tegen elektrische schokken en de goede werking van de andere stroombanen beïnvloeden.

d.2.3. Andere beschermingsmaatregelen

De maatregelen van de *punten d.2.1.* en *d.2.2.* moeten bij voorkeur gekozen worden. In afwijking van de *punten d.2.1.* en *d2.2.*, is het toegelaten:

1. om sommige delen van de kritische stroombanen niet tegen aardfouten te beschermen, op voorwaarde dat:
   - deze delen geplaatst zijn in een ruimte uitsluitend toegankelijk voor gewaarschuwd (BA4) of vakbekwaam (BA5) personeel, en
   - deze delen voorzien worden van een passende markering die wijst op het risico, bijvoorbeeld: “delen niet beschermd tegen aardfouten”, en
   - deze delen beschermd zijn, alsof het actieve delen zijn door middel van hindernissen, verwijdering of door middel van omhulsels in overeenstemming de *onderafdelingen 4.2.2.1.* en *4.2.2.3.*

   Maatregelen moeten genomen worden om gevaarlijke potentiaalverschillen buiten deze ruimte te vermijden.
2. De uitbater of zijn afgevaardigde kan op basis van de risicoanalyse van de kritische installaties andere technische of organisatorische maatregelen (met of zonder automatische onderbreking bij de eerste aardfout) bepalen, die het functiebehoud van de kritische verbruikers bij de eerste aardfout kunnen garanderen.

Onderafdeling 5.7.2.5. Bijzondere voorschriften

a. Markeringen

Markeringen laten toe om de bestemming van kritische installaties te herkennen. De volgende onderdelen moeten geïdentificeerd worden:
- de niet-geïntegreerde vervangingsbronnen;
- de kritische borden;
- de bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen;
- de kritische verbruikers.

De draagstellen die in combinatie met de elektrische leidingen het kenmerk FR2 of een kenmerk equivalent aan FR2 bezitten, worden voorzien van een passende markering die vermeldt dat er alleen de elektrische leidingen met het kenmerk FR2 of FR1 gebruikt mogen worden en die hun toegelaten gewicht per lopende meter weergeeft.

Alle bedienings- en beveiligingstoestellen van de kritische stroombanen worden voorzien van een passende markering die wijst op de risico’s van een buitendienststelling, bijvoorbeeld : « KRITISCHE INSTALLATIE NIET UITSCHAKELEN. »

b. Andere voorschriften

De materialen van de kritische stroombanen, met inbegrip van de elektrische leidingen, moeten zo geïnstalleerd zijn dat een gemakkelijke bediening, toezicht en onderhoud evenals de bereikbaarheid van de verbindingen verzekerd is.

De elektrische leidingen van de kritische stroombanen mogen alleen de geleiders van de kritische stroombanen bevatten.

Deel 6. Controles van installaties

HOOFDSTUK 6.1. INLEIDING 183

HOOFDSTUK 6.2. TOEPASSINGSGEBIED 183

HOOFDSTUK 6.3. ERKENDE ORGANISMEN 183
Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning 183
Afdeling 6.3.2. Definities 183
Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden 183
Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden 183
Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval 184
Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure 184
Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning 185
Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers 185
Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria 185
Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht 186
Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties 186
Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten 187

HOOFDSTUK 6.4. GELIJKVORMIGHEIDSCONTROLE VÓÓR DE INGEBRUIKNAME 187
Afdeling 6.4.1. Algemene regels 187
Onderafdeling 6.4.1.1. Algemeenheden 187
Onderafdeling 6.4.1.2. Bij lage of zeer lage spanning 187
Onderafdeling 6.4.1.3. Bij hoogspanning 187
Afdeling 6.4.2. Administratieve controles 187
Afdeling 6.4.3. Visuele controles 188
Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving 188
Afdeling 6.4.5. Controles door meting 188
Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden 188
Onderafdeling 6.4.5.2. Isolatiemeting bij laagspanning en bij zeer lage spanning 188
Onderafdeling 6.4.5.3. Controle van de aardingsinstallatie 188
Afdeling 6.4.6. Verslagen 189
Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden 189
Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot installaties op lage of zeer lage spanning 189
Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties 189
Onderafdeling 6.4.6.4. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar 189
Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole 189
Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname 190
Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen (Bij lage en zeer lage spanning) 190
Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiel of tijdelijke installatie (Bij lage en zeer lage spanning) 190
Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding (Bij lage en zeer lage spanning) 190

HOOFDSTUK 6.5. CONTROLEBEZOEKEN 191
Afdeling 6.5.1. Algemeenheden 191
Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken 191
Onderafdeling 6.5.2.1. Bij lage of zeer lage spanning 191
Onderafdeling 6.5.2.2. Bij hoogspanning 191
Afdeling 6.5.3. Administratieve controles 191
Afdeling 6.5.4. Visuele controles 191

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving 191
Afdeling 6.5.6. Controles door meting 192
Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden 192
Onderafdeling 6.5.6.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning 192
Onderafdeling 6.5.6.3. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning 192
Afdeling 6.5.7. Verslagen 192
Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden 192
Onderafdeling 6.5.7.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties 193
Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek 193

Hoofdstuk 6.1. Inleiding

Dit deel betreft de controles volgens de voorschriften van dit Boek, de op te stellen verslagen bij deze controles, evenals de voorwaarden waaraan de erkende organismen moeten voldoen.

Hoofdstuk 6.2. Toepassingsgebied

De controles hebben betrekking op elektrische installaties op lage of zeer lage wissel-of gelijkspanning en hoogspanningsinstallaties voor transmissie en distributie van elektrische energie uitgebaat door de netbeheerder, alsook hun hulpinstallaties.

Voor wat betreft de controles van luchtlijnen zijn bijzondere bepalingen hernomen in *hoofdstuk 7.1.*

Hoofdstuk 6.3. Erkende organismen

Afdeling 6.3.1. Voorwerp van de erkenning

Organismen worden erkend door de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, voor het uitvoeren:

- van de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en van de controlebezoeken van de elektrische installaties zoals voorzien in *hoofdstukken 6.4.* en *6.5.*;
- van de controles van de elektrische installaties zoals voorzien in hoofdstuk V van boek III, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen,

en dit overeenkomstig de bepalingen van dit hoofdstuk.

Afdeling 6.3.2. Definities

Technisch verantwoordelijke: een binnen het erkend organisme aangeduid persoon die belast is met de technische leiding van het erkend organisme;

Habilitatieverklaring: schriftelijke verklaring van het erkend organisme waarbij het de geschiktheid van een agent-bezoeker erkent om in één of meerdere gespecificeerde activiteitsdomeinen autonoom gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en/of controlebezoeken uit te voeren;

Minister: de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft;

Bestuur: de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie;

Commissie: de Commissie van Advies en Toezicht voorzien in *afdeling 6.3.8.*;

Toezichthoudende overheden: de overheden bedoeld in *punt a.* van *afdeling 6.3.9.*

Afdeling 6.3.3. Erkenningsvoorwaarden

Onderafdeling 6.3.3.1. Algemene voorwaarden

a. Het erkend organisme moet:
   - rechtspersoonlijkheid hebben onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk;
   - geaccrediteerd zijn overeenkomstig de criteria van de norm NBN EN ISO/IEC 17020 door het Belgisch accreditatiesysteem bedoeld in het Wetboek van economisch recht, Boek VIII, Titel 2. *Accreditatie van instellingen voor de conformiteitsbeoordeling* of door een equivalent accreditatieorganisme binnen de Europese Economisch Ruimte. Deze accreditatie beoogt de kennis van de Belgische reglementering van toepassing op elektrische installaties vast te stellen;
   - beantwoorden als keuringsinstelling van type A aan de eisen er op van toepassing volgens de norm NBN EN ISO/IEC 17020.

b. De technisch verantwoordelijke:
   - is houder hetzij van een diploma van burgerlijk of industrieel ingenieur hetzij van een diploma van master in de ingenieurswetenschappen of master in de industriële wetenschappen uitgereikt door een Belgische inrichting van hoger onderwijs of houder van een buitenlands diploma dat erkend werd als gelijkwaardig overeenkomstig de ter zake van toepassing zijnde reglementering;
   - beschikt over een aangepaste wetenschappelijke en beroepservaring om het erkend organisme met de nodige deskundigheid te kunnen leiden.

c. De technisch verantwoordelijke en de agenten-bezoekers moeten met het erkend organisme verbonden zijn door middel van een arbeidsovereenkomst van onbepaalde duur.

Onderafdeling 6.3.3.2. Bijzonder geval

a. De controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst of in een rechtspersoon van publiek recht, die niet zijn opgericht onder de vorm van een vereniging zonder winstoogmerk, moeten aan de erkenningsvoorwaarden van *punten a.,* tweede streepje en *b.* tot *c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* voldoen.
b. Voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst is de erkenningsvoorwaarde van *punt c.* van *onderafdeling 6.3.3.1.* niet van toepassing.

Afdeling 6.3.4. Erkenningsprocedure

a. De aanvraag tot erkenning wordt gericht aan het Bestuur per aangetekend schrijven. Zij heeft betrekking op één of meer van de hiernavolgende activiteitsdomeinen:
   - huishoudelijke installaties op lage en zeer lage spanning bedoeld in het Boek 1;
   - installaties in zones met ontploffingsgevaar bedoeld in de Boeken 1, 2 en 3;
   - installaties op laagspanning en zeer lage spanning niet omschreven in de voornoemde domeinen bedoeld in de Boeken 1 en 3;
   - hoogspanningsinstallaties (uitgezonderd hoogspanningsluchtlijnen) bedoeld in de Boeken 2 en 3;
   - hoogspanningsluchtlijnen (uitgezonderd de controle door thermografie bedoeld onderafdeling *7.1.7.4.* van het Boek 3*)* bedoeld in het Boek 3;
   - controle door thermografie van hoogspanningsluchtlijnen bedoeld in onderafdeling *7.1.7.4.* van het Boek 3
b. Bij de aanvraag worden de volgende documenten gevoegd:
   1. het afschrift van het diploma van de technisch verantwoordelijke;
   2. het curriculum vitae van de technisch verantwoordelijke;
   3. het afschrift van de statuten van het organisme;
   4. het afschrift van het accreditatiecertificaat en het bijhorende accreditatiedomein;
   5. een verklaring dat de burgerlijke aansprakelijkheid van het organisme zal worden gedekt door een verzekeringscontract. Na het verkrijgen van de erkenning, en vóór aanvang van de controlewerkzaamheden, dient het bewijs van deze dekking aan het bestuur te worden voorgelegd;
   6. de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.*
c. Om te oordelen of het organisme over de nodige bekwaamheid beschikt voor het uitvoeren van de controles, kan het bestuur audits laten uitvoeren door zijn deskundigen.
d. De erkenningsaanvraag wordt onderzocht door het bestuur dat binnen zestig dagen een advies uitbrengt:
   - in geval van gunstig advies wordt de aanvrager hierover ingelicht en het dossier wordt aan de Commissie overgemaakt;
   - in geval van ongunstig advies wordt de aanvrager hiervan bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij het bestuur bij aangetekend schrijven een gemotiveerde aanvraag tot heronderzoek in te dienen. Indien binnen deze termijn dit heronderzoek niet werd aangevraagd, wordt het dossier als afgesloten beschouwd. In het tegenovergestelde geval wordt het dossier overgemaakt aan de Commissie.

   De Commissie brengt binnen zestig dagen na ontvangst van het dossier haar advies uit. Indien deze termijn overschreden wordt, wordt de Commissie geacht zich aan te sluiten bij het advies van het Bestuur.
e. In geval van gunstig advies van de Commissie legt het bestuur het voorstel tot erkenning binnen dertig dagen, voor beslissing, voor aan de Minister.
f. In geval van ongunstig advies van de Commissie wordt de aanvrager hiervan binnen de dertig dagen bij gemotiveerd en aangetekend schrijven in kennis gesteld; hij beschikt over een termijn van dertig dagen om bij de Minister bij aangetekend schrijven een vraag tot nieuw onderzoek in te dienen. Het Bestuur brengt zijn advies over dit beroep uit en maakt het dossier binnen zestig dagen voor beslissing over aan de Minister.
g. De erkenningsduur is beperkt tot vijf jaar. De erkenning is hernieuwbaar overeenkomstig afdeling *6.3.5.*

Afdeling 6.3.5. Hernieuwing van de erkenning

De aanvraag tot hernieuwing van de erkenning wordt bij aangetekend schrijven gericht aan het bestuur ten minste zes maanden voor het verstrijken van de geldigheidstermijn van de erkenning. Zij omschrijft het activiteitsdomein en bevat de lijst van de gehabiliteerde agenten-bezoekers.

De procedure van de *punten c., d., e., f.* en *g.* van *afdeling 6.3.4.* is erop van toepassing.

Afdeling 6.3.6. Habilitatieverklaring van agenten-bezoekers

a. Het erkend organisme adresseert aan het bestuur de habiltatieverklaring van elke nieuwe agent-bezoeker evenals bij de uitbreiding van het activiteitsdomein van een in functie zijnde agent-bezoeker.
b. Voor de nieuwe agenten-bezoekers worden bij de verklaring de volgende documenten gevoegd:
   - het afschrift van hun einddiploma;
   - hun curriculum vitae;
   - het afschrift van het aanwervingscontract (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst).
c. Het bestuur kan vragen dat de agent-bezoeker het bewijs levert dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een bevoegdheidsverklaring werd neergelegd. Het bestuur houdt zicht het recht voor tot het afnemen van schriftelijke of mondelinge evaluatie bij de agent-bezoeker om te oordelen dat hij over de kennis beschikt van de reglementaire voorschriften in het (de) activiteitsdomein(en) waarvoor een habilitatieverklaring werd neergelegd.
d. In geval van ongunstige beoordeling van de agent-bezoeker bedoeld in het hiervoor vermeld *punt* c., deelt het bestuur het erkend organisme binnen dertig dagen de opschorting van de verklaring mede. Het erkend organisme kan voor deze kandidaat slechts een nieuwe habilitatieverklaring indienen na een termijn van negentig dagen.
e. Indien de met het toezicht belaste ambtenaren en beambten vaststellen dat een agent-bezoeker de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoert, kan het bestuur bij het erkend organisme bemiddelen teneinde de nodige correctieve maatregelen te treffen.

Afdeling 6.3.7. Werkingscriteria

a. De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan het bestuur de volgende inlichtingen te verstrekken:
   1. elke wijziging van de statuten (behalve voor controlediensten geïntegreerd in een overheidsdienst);
   2. elke vervanging van de technisch verantwoordelijke met bijvoeging van de documenten beoogd in de *punten b.1.* en *b.2. van afdeling 6.3.4.*;
   3. elke wijziging of intrekking van het accreditatiecertificaat.

   Deze elementen dienen binnen zeven dagen na hun verwezenlijking te worden verstrekt.
b. De erkende organismen zijn ertoe gehouden aan de Commissie jaarlijks, ten laatste op 1 april, de lijst van agenten-bezoekers met aanduiding van hun kwalificatie volgens de activiteitsdomeinen vermeld in *punt a.* van afdeling *6.3.4.* voor te leggen evenals een uitvoerig rapport betreffende:
   - hun controleactiviteiten, inzonderheid het totaal aantal controles uitgevoerd per activiteitsdomein;
   - hun activiteiten inzake vorming en voorlichting;
   - elke wijziging die zou zijn aangebracht zowel aan de innerlijke organisatie van het organisme als aan hun naar buiten gerichte werking;
   - de genoteerde klachten op het technisch vlak;
   - de werking en de samenstelling van de leidinggevende en beheersorganen van de organismen en over de beslissingen tijdens het afgelopen jaar in hun instelling getroffen op het gebied van het Welzijn op het werk, evenals over het gevolg dat gegeven werd aan de adviezen en suggesties die door de Commissie werden uitgebracht in uitvoering van haar opdracht.
c. De erkende organismen zijn ertoe gehouden:
   - vrije toegang te verlenen tot hun lokalen aan de ambtenaren en beambten die belast zijn met het toezicht;
   - alle documenten en gegevens die deze ambtenaren en beambten toelaten de werking van het organisme te beoordelen, ter beschikking te stellen;
   - op aanvraag, deze documenten of een kopie ervan aan deze ambtenaren en beambten toe te vertrouwen;
   - voor de controle van huishoudelijke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning die ze controleren en die conform met de voorschriften van dit Boek worden verklaard, een databank

te houden die de volgende elementen bevat:
1. het adres van de installatie die wordt bezocht, alsook het type van de lokalen die door haar worden bediend: wooneenheid (huis, appartement, andere…), huishoudelijke werkeenheid, gemeenschappelijke delen van een residentiële eenheid;
2. naam, voornaam en adres van de eigenaar van de gecontroleerde elektrische installatie;
3. datum en aard van de uitgevoerde controle (gelijkvormigheid, periodiek, verzwaring van de aansluiting, overdracht van eigendom);
4. de EAN-code die toelaat iedere installatie op een eenduidige wijze te identificeren.

Deze gegevens zijn te bewaren gedurende een periode van ten minste 30 jaar.

d. De toezichthoudende overheden mogen de contracten gesloten tussen de organismen en hun cliënten en de eventuele onderaannemers inzien.
e. De erkende organismen zijn ertoe gehouden voor de gelijkvormigheidscontroles vóór de ingebruikname en voor de controlebezoeken de schriftelijke instructies na te leven die worden gegeven door de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en door de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft en dit ieder wat hem betreft.

Afdeling 6.3.8. Commissie van Advies en Toezicht

a. Bij de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft, wordt een Commissie van Advies en Toezicht opgericht die als taak heeft:
   - advies uit te brengen overeenkomstig de bepalingen van *punt d.* van *afdeling 6.3.4.* en *punt d.* van *afdeling 6.3.9.*;
   - adviezen en voorstellen over de werking van de erkende organismen uit te brengen;
   - toezicht uit te oefenen op de activiteiten van de erkende organismen in het kader van *dit hoofdstuk*.
b. De Commissie bestaat uit negen leden en evenveel plaatsvervangende leden en is als volgt samengesteld:
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werkgeversorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de meest representatieve werknemersorganisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk;
   - drie afgevaardigden van de toezichthoudende overheden, waarvan twee van de Federale overheidsdienst die Energie onder zijn bevoegdheid heeft en één van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.
c. De afgevaardigden van de toezichthoudende overheden en hun plaatsvervangers worden door de betrokken Ministers benoemd; die van de organisaties vertegenwoordigd in de Hoge Raad voor Preventie en Bescherming op het werk, door de Minister die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft.
d. Het voorzitterschap en het secretariaat van de Commissie worden waargenomen door het bestuur.

Afdeling 6.3.9. Toezicht en sancties

a. Het toezicht op de erkende organismen inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk wordt uitgeoefend door de ambtenaren en beambten van het bestuur.
   De vaststellingen gedaan inzake de naleving van de bepalingen van dit hoofdstuk door de ambtenaren en beambten van de Federale overheidsdienst die het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder zijn bevoegdheid heeft tijdens het toezicht uitgeoefend in het kader van het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, worden aan het bestuur overgemaakt.
b. Indien het bestuur vaststelt dat het erkend organisme niet meer voldoet aan één van de voorwaarden van *onderafdeling 6.3.3.1.* of zich niet houdt aan één van de verplichtingen van *afdeling 6.3.7.*, of indien bij herhaling wordt vastgesteld dat de agenten-bezoekers de controles niet volgens de voorschriften van dit Boek uitvoeren, stelt het een termijn vast die niet langer dan drie maanden mag zijn binnen dewelke het organisme zich in regel moet stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld.
c. Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt b.* bedoelde termijn, stelt het bestuur een nieuwe termijn vast die niet langer dan zes maanden mag zijn waarbij de erkenning van het organisme voorlopig wordt geschorst en binnen dewelke het organisme zich nog in regel mag stellen. De Commissie wordt hiervan in kennis gesteld (opschorting en het in orde brengen).
d. Indien het organisme zich niet in regel heeft gesteld na verloop van de in *punt c.* bedoelde termijn,

wordt de Commissie hiervan in kennis gesteld om een advies aan de Minister uit te brengen. De Minister kan op voorstel van de Commissie de erkenning van het organisme intrekken. Kennisgeving ervan wordt aan het erkend organisme na beslissing van de Minister.

e. De erkenning wordt ambtshalve ingetrokken bij stopzetting of overdracht van de activiteiten van het erkend organisme.

Afdeling 6.3.10. Elektrische installaties van overheidsdiensten

a. De federale overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.
b. De gewestelijke overheden kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar, beheerder of huurder zijn, laten controleren door hun eigen controlediensten of door de controledienst van de Federale Overheidsdienst die de Regie der Gebouwen onder zijn bevoegdheid heeft.
c. Het Ministerie van Defensie kan de elektrische installaties waarvan het eigenaar, beheerder of huurder is laten controleren door zijn eigen controledienst.
d. De Belgische Spoorwegen kunnen de elektrische installaties waarvan ze eigenaar of beheerder zijn, laten controleren door hun eigen controledienst.

Hoofdstuk 6.4. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

Afdeling 6.4.1. Algemene regels

Onderafdeling 6.4.1.1. Algemeenheden

De gelijkvormigheidscontroles worden ter plaatse uitgevoerd, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid die hiervoor bevoegd of ermee belast is volgens de voorschriften van hoofdstuk 6.3.

De gelijkvormigheidscontrole van elektrische installaties moet buiten spanning gebeuren en omvat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Voor de installaties op lage en zeer lage spanning van de openbare netbeheerders, kunnen de gelijkvormigheidscontroles ter plaatse worden uitgevoerd door een afgevaardigde van de netbeheerder belast met de controle. Bij een gelijkvormigheidscontrole, zijn de opdrachten (controle en verslag) van de afgevaardigde van de netbeheerder identiek aan deze van het erkend organisme of de bevoegde overheid.

Onderafdeling 6.4.1.2. Bij lage of zeer lage spanning

Elke elektrische installatie op lage of zeer lage spanning zoals bepaald in *de delen 1. en 2.* van dit Boek, zelfs gevoed door een privé-installatie zoals de vaste, verplaatsbare of mobiele stroomgeneratoren, behalve echter:
- de door de beheerders van het openbaar net beheerde luchtlijnen en ondergrondse elektrische leidingen voor elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting;
- de installaties op zeer lage gelijkspanning gevoed uitsluitend door batterijen, accumulatoren, accumulatorenbatterijen die niet onder het toepassingsgebied van *hoofdstuk 7.5.* vallen, fotovoltaïsche cellen of andere gelijkaardige bronnen.

moet voor de ingebruikname van deze installatie het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

Onderafdeling 6.4.1.3. Bij hoogspanning

Elke hoogspanningsinstallatie, zelfs deze die gevoed wordt door een privé installatie, moet het voorwerp zijn van een gelijkvormigheidscontrole inzake de voorschriften van dit Boek, voor de ingebruikname van deze installatie of bij iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding aan de bestaande elektrische installatie.

Afdeling 6.4.2. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.4.3. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.4.4. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.4.5. Controles door meting

Onderafdeling 6.4.5.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van bijkomende controle door meting vaststellen.

Onderafdeling 6.4.5.2. Isolatiemeting bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De waarde van de isolatieweerstand in Ω tussen de actieve delen onderling, evenals tussen de actieve delen en de aarde, gemeten onder de testspanning, aangeduid in *tabel 6.1.*, is voor iedere stroombaan met afgeschakelde gebruikstoestellen minimum gelijk aan 1000 maal de waarde in V van de voormelde testspanning.

De metingen worden uitgevoerd onder gelijkstroom en de daartoe gebruikte meettoestellen moeten de in de hierna vermelde tabel opgegeven testspanning kunnen leveren onder een stroom van 1 mA tot 5 mA.

De metingen worden uitgevoerd door het organisme, erkend volgens *hoofdstuk 6.3.*, en hebben betrekking op de isolatieweerstand tussen elk van de actieve delen en de aarde. Het is toegelaten de metingen niet uit te voeren:

- op meet- en regeltechnische installaties;
- op installaties op zeer lage spanning.

Tabel 6.1. Minimale isolatieweerstanden

Nominale spanning van de stroombaan (V)	Testspanning in gelijkstroom (V)	Isolatieweerstand kΩ
Zeer lage spanning, voor zover de stroombaan gevoed is d.m.v. een veiligheidstransformator	250	250
Spanning ≤ 500 V met uitzondering van de hierboven vermelde gevallen	500	500
500 V < Spanning ≤ 1000 V	1000	1000

Onderafdeling 6.4.5.3. Controle van de aardingsinstallatie

a. Meting van de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Bij de controle vóór ingebruikname wordt de verspreidingsweerstand van de aardverbindingen van de betrokken elektrische installatie gemeten.

b. Controle van de aardingsinstallatie bij hoogspanning

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen

- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij de gelijkvormigheidscontrole wordt de aardingsweerstand R_E gemeten.

Afdeling 6.4.6. Verslagen

Onderafdeling 6.4.6.1. Algemeenheden

Na de gelijkvormigheidscontrole moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.4.6.5.* Dit verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die de genoemde gelijkvormigheidscontrole heeft uitgevoerd.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole van de gelijkvormigheidscontrole moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van de gelijkvormigheidscontrole wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond voorgelegd bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.4.6.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot installaties op lage of zeer lage spanning

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische installatie op lage of zeer lage wissel- of gelijkspanning verzekert de persoon, die de voeding ter beschikking stelt, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Onderafdeling 6.4.6.3. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties

Vooraleer over te gaan tot het ter beschikking stellen van het vermogen van een nieuwe elektrische hoogspanningsinstallatie vanaf een elektriciteitsnet op hoogspanning uitgebaat door een netbeheerder, verzekert de netbeheerder of de persoon, die hij hiervoor gemandateerd heeft, zich van de aanwezigheid van het verslag waarin de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek wordt bevestigd.

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.4.6.4. Bijzondere voorschriften met betrekking tot verslagen van installaties in zones met explosiegevaar

Specifieke voorschriften voor verslagen van installaties in zones met explosiegevaar worden in *hoofdstuk 7.3.* opgelegd.

Onderafdeling 6.4.6.5. Inhoud van het verslag voor de gelijkvormigheidscontrole

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Afdeling 6.4.7. Bijzondere gelijkvormigheidscontroles voor de ingebruikname

Onderafdeling 6.4.7.1. Elektrische machines en toestellen (Bij lage en zeer lage spanning)

De elektrische machines en toestellen worden voor de ingebruikname onderworpen aan een gelijkvormigheidscontrole die enkel betrekking heeft op de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse.

Onderafdeling 6.4.7.2. Verplaatsbare, mobiel of tijdelijke installatie (Bij lage en zeer lage spanning)

Er bestaan twee categorieën van verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie:

1° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met veranderlijke samenstelling, d.w.z. samengesteld uit individuele elementen (stroomgeneratoren, borden, leidingen, …). Ze moet voor elke ingebruikname het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze controle omhelst tevens de eventuele aansluitingselementen op het net. Voor de elektrische machines en toestellen (stroomgeneratoren, …) die deel uitmaken van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie beperkt de gelijkvormigheidscontrole voor elke ingebruikname zich tot de correcte keuze, installatie en samenbouw ter plaatse. Om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten dat de gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname niet wordt uitgevoerd voor zover:
   - de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden; en
   - de ingebruikname en het gebruik gebeuren onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater; en
   - de uitbating van de elektrische installatie niet langer dan 48 uur duurt (maximum 2 dagen).

2° De verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie met een vaste samenstelling, d.w.z. een enkel autonoom geheel (kleine hanteerbare generator met stopcontacten, een vaste generator op een voertuig, werfketen, …) moet voor de ingebruikname bij het eerste gebruik het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek.

Voor de stroomgeneratoren of wanneer het aansluitingspunt op het net van de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke installatie niet voorzien is van een aardingsaansluiting, moet de eventueel ter plaatse aan te brengen aardverbinding in het kader van de bescherming tegen elektrische schokken door onrechtstreekse aanraking, het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole.

Onderafdeling 6.4.7.3. Wijziging of uitbreiding (Bij lage en zeer lage spanning)

Iedere belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding van een installatie moet voor de ingebruikname van de genoemde wijziging of uitbreiding het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole met de voorschriften van dit Boek. Deze gelijkvormigheidscontrole beperkt zich tot het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte van de installatie. In het geval van een niet-belangrijke wijziging of niet-belangrijke uitbreiding, waarvoor geen gelijkvormigheidscontrole voor de ingebruikname dient plaats te vinden, vult de installatieverantwoordelijke de schema's zoals bepaald in *afdeling 3.1.2.* aan waardoor het erkend organisme in staat is de gelijkvormigheid ervan na te gaan bij het volgende controlebezoek.

Iedere wijziging of uitbreiding die een impact heeft op het niet-gewijzigde gedeelte moet in het controleverslag worden vermeld. Dit niet-gewijzigde gedeelte moet het voorwerp uitmaken van een gelijkvormigheidscontrole voor wat de gewijzigde kenmerken betreft.

Om redenen van dwingende bedrijfsvereisten, is het toegelaten dat een gelijkvormigheidscontrole na de ingebruikname wordt uitgevoerd voor zover dat de eigenaar, beheerder of uitbater van de elektrische installatie, alle maatregelen heeft getroffen om ieder gevaar voor de personen en goederen te vermijden. Deze ingebruikname gebeurt onder de volledige verantwoordelijkheid van de eigenaar, beheerder of uitbater. Hij dient erover te waken dat de gelijkvormigheidscontrole wordt uitgevoerd binnen de 30 dagen na de ingebruikname van het bijgevoegde of gewijzigde gedeelte.

Hoofdstuk 6.5. Controlebezoeken

Afdeling 6.5.1. Algemeenheden

Elke installatie, zoals bepaald in *hoofdstuk 6.4.* moet ter plaatse aan een controlebezoek onderworpen worden, hetzij door een erkend organisme, hetzij door de overheid hiervoor bevoegd of ermee belast volgens de voorschriften van *hoofdstuk 6.3.*

Het controlebezoek heeft betrekking op het behoud van de overeenstemming met de voorschriften van dit Boek.

Het controlebezoek bevat:
- de administratieve controles;
- de visuele controles;
- de controles door beproeving;
- de controles door meting.

Voor de installaties op lage en zeer lage spanning van de openbare netbeheerders, kunnen de controlebezoeken ter plaatse worden uitgevoerd door een afgevaardigde van de netbeheerder belast met de controle. Bij een controlebezeoek, zijn de opdrachten (controle en verslag) van de afgevaardigde van de netbeheerder identiek aan deze van het erkend organisme of de bevoegde overheid.

Voor de installaties op laag of zeer lage spanning: Met betrekking tot de door de beheerders van het openbaar net beheerde luchtlijnen en ondergrondse elektrische leidingen voor elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting, kan de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft het geheel of een deel van de genoemde lijnen aan de verplichting onderwerpen om het voorwerp uit te maken van een controlebezoek door een erkend organisme onder de voorwaarden die hij bepaalt na raadpleging van de betrokken beheerders van het openbaar net.

Afdeling 6.5.2. Periodiciteit van de controlebezoeken

Onderafdeling 6.5.2.1. Bij lage of zeer lage spanning

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie het voorwerp uit te maken van controlebezoeken die ten minste de volgende periodiciteit respecteren:
- jaarlijks voor de verplaatsbare, mobiele of tijdelijke elektrische installatie zoals bepaald in *onderafdeling 2.2.1.1.*;
- jaarlijks voor de elektrische installaties in ontploffingsgevaarlijke zones zoals bepaald in *hoofdstuk 7.3.*;
- om de 5 jaar voor de andere elektrische installaties.

Onderafdeling 6.5.2.2. Bij hoogspanning

Na de gelijkvormigheidscontrole dient elke elektrische installatie, zelfs die gevoed wordt door een privé installatie, het voorwerp uit te maken van jaarlijkse controlebezoeken.

Afdeling 6.5.3. Administratieve controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de administratieve controles vaststellen.

Afdeling 6.5.4. Visuele controles

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de visuele controles vaststellen.

Afdeling 6.5.5. Controles door beproeving

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door beproeving vaststellen.

Afdeling 6.5.6. Controles door meting

Onderafdeling 6.5.6.1. Algemeenheden

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder voor wat hem betreft, de inhoud van de controles door meting vaststellen.

Onderafdeling 6.5.6.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De controlebezoeken omvatten ten minste de metingen gedefinieerd in *afdeling 6.4.5.* met betrekking tot laagspanning en zeer lage spanning. Voor de installaties in ontploffingsgevaarlijke zones is het toegelaten de meting van de isolatieweerstand om de 5 jaar uit te voeren.

Onderafdeling 6.5.6.3. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning

De controle van de aardingsinstallaties beoogt het nazicht van:
- de integriteit van de lokale aardingsinstallatie;
- de continuïteit van de aardingen.

De controle gebeurt door het meten van één of meerdere van de volgende grootheden:
- de aardingsweerstand R_E;
- de lusimpedantie Z_{EB};
- de aardingsimpedantie Z_E.

Opmerkingen
- De lusimpedantie Z_{EB} van een aardverbinding is een raming van de aardingsweerstand R_E van de aardverbinding in de mate dat de impedantie van het geheel van de andere aardverbindingen van het net, gezien vanaf het meetpunt, een waarde vertoont die veel kleiner is.
- De meting van de lusimpedantie is ook een test van de lokale continuïteit van de verbindingen tussen aardingen.
- De aardingsimpedantie Z_E van de installatie is de hoofdparameter die de actieve bescherming tegen elektrische schokken waarborgt. Ze kan gemeten worden met dezelfde methode als degene die gebruikt werd om de initiële waarde van R_E te meten.
- Al de impedantiewaarden worden uitgedrukt als modulus.

Bij het eerste controlebezoek wordt de aardingsimpedantie Z_E gemeten. Het resultaat van de meting voldoet als Z_E lager blijft dan de toegelaten maximale waarde van R_E.

Indien de waarde van Z_E kleiner is dan 1 Ω en voor zover er een verbinding bestaat met andere aardingsinstallaties, dan dient tijdens de volgende controlebezoeken een controlemeting van de lusimpedantie Z_{EB} te gebeuren. Deze meting mag worden uitgevoerd met een al of niet losgekoppelde aardgeleider.

De waarde Z_{EB} moet groter zijn dan Z_E en kleiner dan de grootste van de twee limieten:
- initiële waarde van R_E + 1 Ω; of
- initiële waarde van R_E + 50 %.

In geval van overschrijding dient R_E opnieuw te worden gemeten en de continuïteit van de aardingsinstallatie nagegaan te worden door het meten van Z_{EB}.

Indien de waarde van Z_E groter is dan of gelijk is aan 1 Ω, dan dient R_E gemeten te worden. Tijdens de volgende controlebezoeken wordt de procedure hernomen.

Afdeling 6.5.7. Verslagen

Onderafdeling 6.5.7.1. Algemeenheden

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden overeenkomstig *onderafdeling 6.5.7.3.* Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met

het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Onderafdeling 6.5.7.2. Bijzondere voorschriften met betrekking tot hoogspanningsinstallaties

Het erkende organisme of de bevoegde overheid die de controle uitvoert moet haar vaststellingen in een speciaal register schrijven dat hiervoor is bestemd en dat moet worden voorgelegd bij elke opeising door de ambtenaar met het toezicht of de controle belast.

Onderafdeling 6.5.7.3. Inhoud van het verslag van het controlebezoek

De voorschriften worden opgelegd bij besluit door de Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, ieder voor wat hem betreft.

Deel 7. Bepalingen voor bijzondere installaties en ruimten

HOOFDSTUK 7.1. LUCHTLIJNEN 197
Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied 197
Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities 197
Onderafdeling 7.1.2.1. Categorieën van lijnen 197
Onderafdeling 7.1.2.2. Specifieke termen 197
Onderafdeling 7.1.2.3. Classificatie van de geleiders 197
Afdeling 7.1.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking 197
Onderafdeling 7.1.3.1. Principe 197
Onderafdeling 7.1.3.2. Volledige bescherming door isolatie die geen bijkomende bescherming vereist 198
Onderafdeling 7.1.3.3. Bescherming door isolatie met verwijderingsmaatregelen of bijkomende mechanische beschermingsmaatregelen 198
Onderafdeling 7.1.3.4. Onbereikbaarheid – Beklimming van steunen 198
Onderafdeling 7.1.3.5. Principe van bescherming door verwijdering 199
Onderafdeling 7.1.3.6. Minimumafstanden voor verschillende types van lijnen 199
Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking 202
Onderafdeling 7.1.4.1. Algemeenheden 202
Onderafdeling 7.1.4.2. Voorschriften met betrekking tot tuikabels en neerkomende kabels 202
Afdeling 7.1.5. Elektrische bescherming tegen overstroom 203
Onderafdeling 7.1.5.1. Distributie- en transmissienetten 203
Onderafdeling 7.1.5.2. Aansluiting van de netgebruikers 203
Afdeling 7.1.6. Keuze en gebruik van het materieel 203
Onderafdeling 7.1.6.1. Samenstellende delen van een lijn 203
Onderafdeling 7.1.6.2. Mechanische weerstand van de geleiders, kabellassen en bevestigingsstukken 203
Onderafdeling 7.1.6.3. Mechanische weerstand van de steunen 204
Onderafdeling 7.1.6.4. Mechanische weerstand en diëlektrische eigenschappen van isolatoren en isolatorkettingen 211
Onderafdeling 7.1.6.5. Nabijheid van andere leidingen 215
Onderafdeling 7.1.6.6. Nabijheid van andere voorwerpen 219
Onderafdeling 7.1.6.7. Nabijheid van telecommunicatielijnen 220
Onderafdeling 7.1.6.8. Nabijheid van wegen of sporen 223
Onderafdeling 7.1.6.9. Muurdoorgangen bij laagspanning 223
Onderafdeling 7.1.6.10. Aardingen bij hoogspanning 223
Afdeling 7.1.7. Controle van de installaties 224
Onderafdeling 7.1.7.1. Algemeenheden 224
Onderafdeling 7.1.7.2. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname 224
Onderafdeling 7.1.7.3. Controlebezoeken 224
Onderafdeling 7.1.7.4. Controlebezoek van sommige hoogspanningsluchtlijnen via infraroodthermografie 224
Afdeling 7.1.8. Signalisatieborden bij hoogspanning 225
Onderafdeling 7.1.8.1. Verbodsborden 225
Onderafdeling 7.1.8.2. Nummering van de steunen 225
HOOFDSTUK 7.2. WERFINSTALLATIES EN BUITENINSTALLATIES OP LAAGSPANNING EN OP ZEER LAGE SPANNING 226
Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied 226
Afdeling 7.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken 226
Onderafdeling 7.2.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding 226
Onderafdeling 7.2.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse

aanraking door zeer lage veiligheidsspanning 226
Afdeling 7.2.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel 226
Onderafdeling 7.2.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden.....226
Onderafdeling 7.2.3.2. Elektrische leidingen.....226
Onderafdeling 7.2.3.3. Elektrisch materieel 226
HOOFDSTUK 7.3. BESCHERMING TEGEN EXPLOSIEGEVAAR IN EXPLOSIEVE ATMOSFEREN.....228
HOOFDSTUK 7.4. GELEIDENDE AFGESLOTEN RUIMTEN.....229
HOOFDSTUK 7.5. INDUSTRIËLE ACCUMULATORBATTERIJEN.....230

Hoofdstuk 7.1. Luchtlijnen

Afdeling 7.1.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit hoofdstuk *7.1.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op de laag- en hoogspanningsluchtlijnen.

Afdeling 7.1.2. Begrippen en definities

Onderafdeling 7.1.2.1. Categorieën van lijnen

Rekening houdend met de in afdelingen *2.3.2.* en *2.3.3.* bepaalde spanningsgebieden worden vier categorieën van lijnen en leidingen onderscheiden waarvan twee voor de lage en zeer lage spanning en twee voor de hoogspanning, namelijk:

- lijnen op lage en zeer lage spanning, laagspanning van eerste categorie genoemd, waarvan de nominale spanning tussen fasen ten hoogste gelijk is aan 500 V wisselspanning en 750 V gelijkspanning;
- lijnen op laagspanning van tweede categorie, waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 500 V wisselspanning en 750 V gelijkspanning;
- lijnen op hoogspanning van eerste categorie, waarvan de nominale spanning tussen fasen ten hoogste gelijk is aan 50 kV wisselspanning;
- lijnen op hoogspanning van tweede categorie, waarvan de nominale spanning tussen de fasen groter is dan 50 kV wisselspanning.

Onderafdeling 7.1.2.2. Specifieke termen

Isolatorketting: samenvoeging in serie van meerdere isolatoren.

Vonkenbrug: een inrichting, geplaatst aan een uiteinde van de isolatorketting die samengesteld is uit één of verschillende metalen delen, die ervoor zorgen dat een eventuele boog die de ketting omringt, begrensd blijft tussen deze delen; deze delen vermijden dat de vlamboog langs de isolatorketting loopt en beperken aldus beschadiging door de ontwikkelde warmte.

Waakdraad: geleider die de bescherming van de lijn verzekert tegen rechtstreekse blikseminslag en die daarom op het bovenste gedeelte van de steunen geplaatst wordt.

Aardgeleider: beschermingsgeleider die de hoofdaardingsklem verbindt met de aardverbinding. In dit hoofdstuk wordt uitzonderlijk, bij uitbreiding, eveneens als aardgeleider beschouwd de beschermingsgeleider die de verbinding van de verschillende palen verzekert wat hun aarding betreft.

Onderafdeling 7.1.2.3. Classificatie van de geleiders

In dit hoofdstuk worden als «beschermde kabels» aanzien: de geleiders die beschermd zijn tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanrakingen door middel van een isolatie overeenkomstig de voorschriften van de *onderafdelingen 7.1.3.2.* of *7.1.3.3.*

Alle andere geleiders, ook deze bekleed met een isolatie, worden «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» genoemd.

Afdeling 7.1.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking

Onderafdeling 7.1.3.1. Principe

De bescherming tegen rechtstreekse aanraking van de elektrische leidingen moet elektrisch en mechanisch verzekerd worden.

De elektrische bescherming tegen rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden door volgende maatregelen:

- hetzij door middel van totale bescherming door isolatie;
- hetzij door middel van bescherming door verwijdering, aangevuld in sommige gevallen door het aanduiden van het gevaar met verbodsborden en door de beklimming van de steunen te bemoeilijken.

De mechanische bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking moet verwezenlijkt worden door de aard van de elektrische leiding zelf of door een bijkomende bescherming.

Onderafdeling 7.1.3.2. Volledige bescherming door isolatie die geen bijkomende bescherming vereist

a. Bij laagspanning

Indien de laagspanningslijnen bestaan uit gepantserde kabels voorzien van een geaarde beschermingsstroombaan, is geen enkele bijkomende mechanische bescherming vereist.

b. Bij hoogspanning

Indien de hoogspanningsluchtlijnen samengesteld zijn uit kabels voorzien van een pantsering volgens de regels van goed vakmanschap, is de volledige bescherming tegen rechtstreekse aanraking verzekerd voor zover daarenboven de overeenstemming tussen de beschermingsinrichtingen en de doorsneden van de beschermingsstroombanen derwijze is dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen beschadigingen veroorzaakt door een aardingsfout of een kortsluiting

Onderafdeling 7.1.3.3. Bescherming door isolatie met verwijderingsmaatregelen of bijkomende mechanische beschermingsmaatregelen

a. Bij laagspanning

De elektrische bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking is verzekerd door de isolatie indien de geleiders van de luchtlijnen ten minste van het type CIFVB, VIFB, BXB of BAXB zijn.

De mechanische bescherming van de geleiders of kabels is verzekerd door een kabelbeschermer in duurzaam en weerstandbiedend materiaal, op alle plaatsen waar zij kunnen beschadigd worden, met name tot op 2,5 m boven het maaiveld.

b. Bij hoogspanning

Indien de hoogspanningsluchtlijnen van 1e categorie samengesteld zijn uit kabels voorzien van een geaarde elektrische beschermingsstroombaan, uitgevoerd volgens de regels van goed vakmanschap, dan is hierdoor een bescherming tegen elektrische schokken bij rechtstreekse aanraking verzekerd voor zover daarenboven de overeenstemming tussen de beschermingstoestellen en de doorsneden van de beschermingsstroombanen derwijze is dat de elektrische leidingen voldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van een aardingsfout of een kortsluiting.

Het gebruik van zulke kabels is ondergeschikt aan het aanbrengen van een bescherming tegen rechtstreekse aanraking door verwijdering, waarbij de minimumafstanden deze zijn, vereist voor blanke laagspanningslijnen van 1e categorie, aangegeven in onderafdeling *7.1.3.6*.

Daar waar, om functionele redenen deze bescherming door verwijdering niet kan geëerbiedigd worden, moeten deze kabels tegen mechanische inwerkingen beschermd worden door middel van een kabelbeschermer uit duurzaam en weerstandbiedend materiaal, overal waar zij kunnen beschadigd worden, namelijk tot op 2,5 m boven het maaiveld.

Onderafdeling 7.1.3.4. Onbereikbaarheid – Beklimming van steunen

Al de gemakkelijk te beklimmen steunen voor luchtlijnen op laagspanning van 2e categorie en op hoogspanning, worden op een hoogte van ten minste 3 m van de grond en op een afstand van ten minste 2 m van de geleiders uitgerust met een voorziening die de beklimming zonder speciale hulpmiddelen moeilijk maakt.

Deze klimwering is niet verplicht :
1. voor steunen van lijnen geplaatst in de aanhorigheden en op de binnenplaatsen van industriële bedrijven;
2. voor steunen die voor hun beklimming speciale hulpmiddelen vereisen, dat is het geval voor :
   - betonnen palen die ofwel glad zijn, ofwel gaten hebben met een diameter kleiner dan of gelijk aan 25 mm ofwel uitsparingen (gaten met een diameter groter dan 30 mm) die ten minste 1 m van elkaar liggen op de eerste 3 m vanaf de grond;
   - gladde metalen palen.

In de gevallen waar een antibeklimmingsinrichting vereist is moet deze efficiënt of tenminste ontradend zijn.

Onderafdeling 7.1.3.5. Principe van bescherming door verwijdering

a. Algemeenheden

De geleiders van luchtlijnen moeten zich op een bepaalde afstand bevinden van het grondvlak van openbare wegen, van overspannen binnenplaatsen, tuinen en terreinen en van de gebouwen. Deze afstand wordt «minimumafstand» genoemd.

Deze minimumafstanden worden berekend en gecontroleerd voor ieder van de volgende hypothesen:
- voor metingen in een verticaal vlak: bij windstilte (de geleider wordt dus verondersteld zich in een verticaal vlak te bevinden) en de maximale bedrijfstemperatuur van de geleider van 40 °C;
- voor metingen in een horizontaal vlak; bij een geleidertemperatuur van 15 °C en de onder normale omstandigheden meest ongunstige horizontale normale wind zoals bepaald in *punten d.2.* en *d.3.* van *onderafdeling 7.1.6.3.*

b. Bij hoogspanning

Voor wat betreft de hypothese bedoeld in 1ste streepje van *punt a.* voor metingen in een verticaal vlak, moet men rekening houden met de maximale bedrijfstemperatuur voor hoogspanningslijnen van 2e categorie.

Onderafdeling 7.1.3.6. Minimumafstanden voor verschillende types van lijnen

a. Algemeenheden

De hierna opgesomde afstanden (de zogenaamde «minimum basisafstanden») vormen de basis voor de minimumafstanden die, voor de toepassing op het concrete geval van lijnen van alle typen, naargelang het geval moeten aangepast worden zoals bepaald in *punten b.* en *c.* van deze onderafdeling *7.1.3.6.*:

1.1. boven het wegdek van openbare wegen waarlangs zij lopen: 6 m;

1.2. boven het wegdek van openbare wegen die zij kruisen: 7 m;

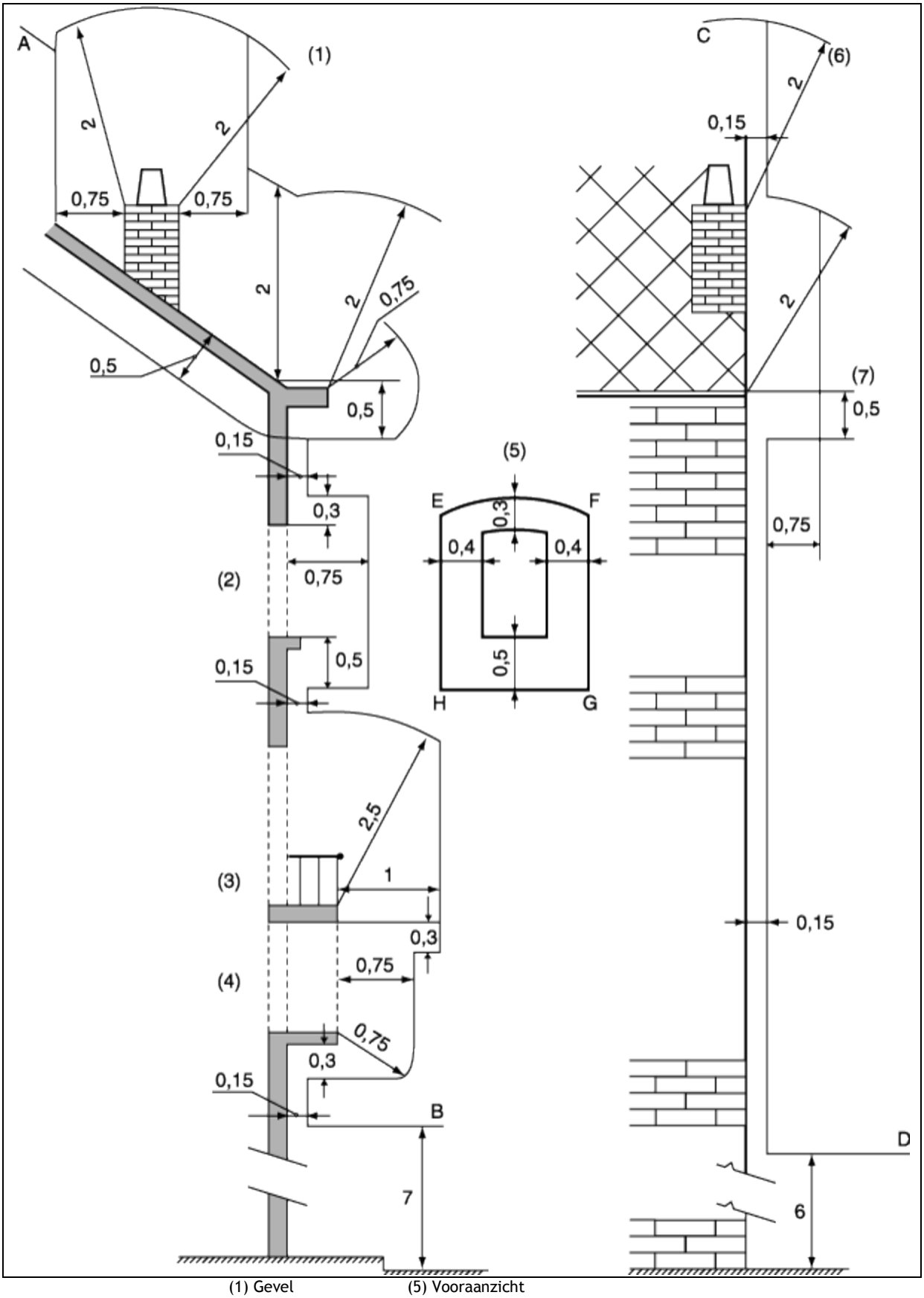
1.3. wanneer lijnen langs openbare wegen lopen met steunen in een talud aangebracht (in uitgraving of in ophoging) gelden volgende afstanden:
6 m boven het niveau van het indringingspunt van de steun in de grond maar steeds 5 m boven de top van het talud voor een weg in ophoging of 3 m boven gelijk welk punt van het talud voor een weg in uitgraving;

2. boven de grond van binnenplaatsen, tuinen of velden waarboven ze lopen: 6 m;

3. in de nabijheid, van gelijk welke constructie: buiten de profielen AB en CD van *figuur 7.1.*, onder meer:
   3.1. als verticale afstand:
   - 2 m boven daken, schoorstenen, kroonlijsten en platformen;
   - 2,5 m boven balkons en terrassen voorzien voor een normale toegang en 2 m voor deze overspannen door lijnen geïnstalleerd voor 1 januari 1983;
   - 1 m boven de nok van dakvensters;
   - 0,50 m onder kroonlijsten;
   - 0,30 m onder balkons en loggia's;

   3.2. als horizontale afstand:
   - 1 m van balkonleuningen;
   - 0,75 m van kroonlijsten, van schoorstenen, van loggia's van het vlak van de muren voor vensters, waarbij dit vlak begrensd wordt door de omtrek EFGH van *figuur 7.1.*;
   - 0,15 m van muurvlakken elders.

Figuur 7.1. Afstanden ten opzichte van gebouwen



(1) Gevel
(2) Venster
(3) Balkon
(4) Loggia
(5) Vooraanzicht
(6) Nok
(7) Kroonlijst

De afstandszones enerzijds 0,15 m en anderzijds 0,75 m van de blanke geleiders ten opzichte van de muur, zijn van elkaar gescheiden door een horizontaal vlak gelegen op 0,50 m onder de bovenkant van de kroonlijst en over de ganse breedte van deze laatste en verlengd door een schuin vlak evenwijdig met het dak en er, loodrecht op gemeten, 0,5 m onder gelegen.

b. Bij laagspanning

b.1. Afstanden voor geïsoleerde laagspanningslijnen van 1e categorie

Voor de lijnen die beantwoorden aan *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.* is de minimum basisafstand vermeld in :
- *punt a.1.1.* (boven het wegdek van openbare wegen waarlangs ze lopen): 5 m;
- *punt a.1.2.* (boven het wegdek van openbare wegen die ze kruisen): 6 m;
- *punt a.2.* (boven de grond van binnenplaatsen, tuinen of velden waarboven ze lopen): 5 m.

Op voorwaarde van de naleving van alle andere voorschriften van het opgelegd profiel (*figuur 7.1.* van *punt a.* hiervoor) mogen deze lijnen zich overigens binnen het profiel van de vrije ruimte onder de kroonlijst bevinden op voorwaarde dat ze zich ter hoogte van de verbindingen op 5 cm van houten kroonlijsten bevinden en op voorwaarde dat ze op ten minste 0,30 m. boven de bovendorpel van deuren, vensters en voor het publiek toegankelijke openingen zijn aangebracht. Deze lijnen mogen eveneens in het profiel van de 0,15 m van de muurvlakken binnendringen.

b.2. Vermeerdering van de afstanden voor lijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders

Onder lijnen met blanke of ermee gelijkgestelde geleiders worden lijnen verstaan die niet beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.*

Voor de laagspanningslijnen van 2e categorie van dit type worden de minimumafstanden bekomen door de minimum basisafstanden te verhogen met 1 m in de volgende gevallen:
- verticale afstand ten opzichte van de grond voor openbare wegen;
- verticale en horizontale afstanden ten opzichte van gebouwen.

b.3. Bijzondere gevallen, waarvoor de normale minimumafstanden niet vereist worden
- Aansluitingen van netgebruikers en voeding van openbare verlichtingstoestellen
  De voorwaarden van ongenaakbaarheid, hiervoor vermeld onder de *punten a.* en *b.2.*, zijn van toepassing op de aansluitingen van netgebruikers en op de stroomtoevoergeleiders voor openbare verlichtingstoestellen op laagspanning:
  - op laagspanning van 1e categorie: de geleiders zijn geacht ongenaakbaar te zijn wanneer ze zich bevinden op 4 m boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen;
  - op laagspanning van 2e categorie: de afstanden aangegeven hiervoor voor laagspanning van de 1e categorie moeten vermeerderd worden met 1 m;
  - voor geleiders op laagspanning van de 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van onderafdeling *7.1.3.2.* of *punt a.* van onderafdeling *7.1.3.3.* bedraagt de minimale afstand boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen, 3 m.
- Energievoorziening via laagspanningslijnen van 2e categorie van industriële installaties alsook hun aanhorigheden en binnenplaatsen.
  De vermeerdering met 1 m van de verticale afstand is niet van toepassing op industriële installaties, hun aanhorigheden en binnenplaatsen.

c. Bij hoogspanning

c.1. Vermeerdering van de afstanden voor lijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders

Onder lijnen met blanke of ermee gelijkgestelde geleiders worden lijnen verstaan die niet beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* en *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.*

Voor deze lijnen worden de minimumafstanden, daar waar ze opgelegd zijn, bekomen door de minimum basisafstand te vermeerderen met de afstanden in m uit *tabel 7.1.,* waarbij U_N de nominale spanning in kV is tussen de geleiders.

Tabel 7.1. Vermeerdering (in m) van de afstand bij hoogspanningsluchtlijnen

		1e categorie	2e categorie
Verticale afstand ten opzichte van de grond voor	openbare wegen	1	$1 + 0{,}01 \cdot (U_N - 50)$
	binnenplaatsen, tuinen en terreinen	0	$0{,}01 \cdot (U_N - 50)$
Verticale en horizontale afstanden ten opzichte van gebouwen		1	$1 + 0{,}01 \cdot U_N$

Voor de hoogspanningslijnen van 2e categorie mogen de minimumafstanden (minimum basisafstand + vermeerdering) ten opzichte van gebouwen in geen enkel geval kleiner zijn dan 3 m. Deze onderste grenswaarde wordt verhoogd tot 4 m bij overspanning van een terras voorzien voor normale toegang.

c.2. Bijzondere gevallen, waarvoor de normale minimumafstanden niet vereist worden

- Aansluitingen van netgebruikers en voeding van openbare verlichtingstoestellen
  De voeding van openbare verlichtingstoestellen door een hoogspanningslijn van 2e categorie is verboden.
  De voorwaarden van ongenaakbaarheid, hiervoor vermeld onder de *punten a.* en *c.1.*, zijn van toepassing op de aansluitingen van netgebruikers en op de stroomtoevoergeleiders voor openbare verlichtingstoestellen op hoogspanning van 1e categorie.
  Bij hoogspanning van de 1e categorie zijn de geleiders geacht ongenaakbaar te zijn wanneer ze zich bevinden op 5 m boven voetpaden en buiten het profiel van de rijweg, alsmede boven niet voor voertuigen en landbouwwerktuigen toegankelijke plaatsen, binnenplaatsen en tuinen voor gebouwen gelegen
- Breuk van een geleider in een naburige spanwijdte van een hoogspanningslijn
  Wanneer een lijn een openbare weg of bouwwerk overspant en uitgerust is met isolatorkettingen van het opgehangen type, hetzij met dubbele ketting van het half verankerde type, hetzij met enkele ketting, moeten de hiernavolgende minimumhoogten in acht genomen worden, waarbij rekening wordt gehouden met de uitwijking van de kettingen te wijten aan de geleiderbreuk in een naburige spanwijdte:
  - boven openbare wegen:
    $4 + (U_N - 50) \cdot 0{,}01$ (m) met een minimum van 5 m;
  - boven gebouwen:
    $2 + U_N \cdot 0{,}0075$ (m) met een minimum van 3 m.

  waarin U_N de nominale spanning tussen geleiders in kV.
  Deze onderste grenswaarde moet op 4 m gebracht worden boven een terras voorzien voor normale toegang.
  Bij gebruik van één van de veiligheidsinrichtingen beschreven in *onderafdeling 7.1.6.4.* en voor zover deze inrichtingen voorzien zijn van vonkenbruggen wordt echter de breukhypothese van een geleider in een naburige spanwijdte niet in aanmerking genomen:
  - voor een nominale spanning tussen geleiders kleiner dan of gelijk aan 100 kV bij geleiders in aluminium, als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 90 mm² en bij geleiders in koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of in aluminium met stalen kern als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 70 mm²;
  - voor een nominale spanning tussen geleiders groter dan 100 kV bij geleiders in aluminium, als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 150 mm² en bij geleiders in koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of in aluminium met stalen kern als ze een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan 100 mm².

Afdeling 7.1.4. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking

Onderafdeling 7.1.4.1. Algemeenheden

Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking voor luchtlijnen wordt verwezenlijkt volgens *onderafdeling 4.2.4.1.* en *afdelingen 4.2.5.* en *4.2.6.*

Lijnen toebehorende aan voortbrengers en verdelers van elektrische energie worden echter beschouwd als beschermd tegen onrechtstreekse aanraking, als ze uitgevoerd zijn volgens de regels van goed vakmanschap van toepassing op het ogenblik van hun uitvoering.

Onderafdeling 7.1.4.2. Voorschriften met betrekking tot tuikabels en neerkomende kabels

De gedeelten van tuikabels en neerkomende kabels van een luchtlijn, gelegen op een afstand kleiner dan de waarde «a», bepaald in *tabel 7.2.*, moeten geïsoleerd worden.

Tabel 7.2. Afstand «a» (m)

Laagspanning	Hoogspanning
2	$2,5 + U_N \cdot 0,01$

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn.

Afdeling 7.1.5. Elektrische bescherming tegen overstroom

Onderafdeling 7.1.5.1. Distributie- en transmissienetten

De bescherming tegen overstroom moet verwezenlijkt worden volgens *hoofdstuk 4.4.* en *onderafdeling 5.2.4.2.*

In de netten van elektriciteitsvoortbrengers en -verdelers wordt nochtans de waarde van de toelaatbare stroomsterkte I_Z bepaald volgens de regels van goed vakmanschap en hangt ze af van de uitbatingsvoorwaarden, zoals bij voorbeeld de cyclische belasting:

- inzake bescherming tegen overbelasting en impedante kortsluitstromen:
  - voor lijnen met blanke geleiders wordt geen enkele bescherming opgelegd;
  - voor lijnen met beschermde kabels kunnen beschouwingen van uitbating er toe leiden de levensduur van de kabelisolatie te verminderen voor zover toelaatbaar volgens de regels van goed vakmanschap;
- bij kortsluitstromen moet de bescherming werken in de kortst mogelijke tijd verenigbaar met de selectiviteit van de bescherming van het gehele net.

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft legt, bij Besluit, de bijzondere voorwaarden vast, waaraan de netten van de elektriciteitsvoortbrengers en -verdelers moeten voldoen.

Onderafdeling 7.1.5.2. Aansluiting van de netgebruikers

Aansluitingen moeten uitgevoerd worden volgens de regels van goed vakmanschap.

Afdeling 7.1.6. Keuze en gebruik van het materieel

Onderafdeling 7.1.6.1. Samenstellende delen van een lijn

Een luchtlijn is samengesteld uit steunen waaraan geleiders, eventueel door middel van isolatoren of isolatorkettingen, bevestigd worden.

In bepaalde gevallen kan de stabiliteit van de steunen verhoogd worden door middel van tuikabels.

De isolatoren mogen vervangen worden door systemen bestaande uit meerdere isolatorkettingen al dan niet van vonkenbruggen voorzien.

De geleider kan in zijn ophangpunt voorzien worden van verstevigingselementen of van trillingsdempende toestellen.

Tegen de geleider kan een ontdubbelingsgeleider geplaatst worden, «bretel» genaamd, die aan de geleider vastgemaakt wordt aan weerszijde van het bevestigingspunt van deze geleider.

Onderafdeling 7.1.6.2. Mechanische weerstand van de geleiders, kabellassen en bevestigingsstukken

a. Aard van de actieve geleiders, de waakdraden en de aardgeleiders

a.1. Algemeenheden

De aard van de geleiders moet aangepast zijn aan de schadelijke invloeden van de omgeving.

a.2. Bij hoogspanning

De geleiders van hoogspanningslijnen moeten samengesteld zijn uit een geheel van ten minste zeven ineengedraaide draden.

b. Trekweerstand van de actieve, de waakdraden en de aardgeleiders

Indien als gevolg van de wijze van plaatsing, de actieve geleiders, de **waakdraden** of de aardgeleiders onderworpen zijn aan een verwaarloosbare trekkracht, moet geen enkele controle op hun weerstand uitgevoerd worden. In de andere gevallen (in normale omstandigheden, met uitsluiting van uitzonderlijke belastinggevallen) moet de maximum toegelaten belasting berekend worden met een veiligheidscoëfficiënt van ten minste 3 ten opzichte van de breukbelasting bij trek die niet kleiner mag zijn dan de waarden, vermeld in *tabel 7.3*.

Tabel 7.3. Minimale waarden van de breukbelasting bij trek, in newton (N)

Laagspanning		*Hoogspanning*	
1e categorie	*2e categorie*	*1e categorie*	*2e categorie*
2800	5000	5000	12 000

Bij een voorgebundelde leiding die een draagelement bezit, moet echter alleen de trekweerstand van dat element in aanmerking genomen worden met een veiligheidscoëfficiënt van 2,5.

Indien de **waakdraden** of de aardgeleiders in staal uitgevoerd zijn is hun minimumdoorsnede 35 mm².

c. Treksterkte en elektrische weerstand van kabellassen

De las tussen de geleiders bezit te allen tijde een voldoende trekweerstand om de in *punt b.* hiervoor genoemde veiligheidscoëfficiënten te waarborgen.

De elektrische weerstand per lengte-eenheid van het gedeelte van een geleider dat een las bevat is gelijk aan of kleiner dan deze van de geleider zelf.

d. Bevestigingsstukken

d.1. Algemeenheden

Bij de beveiligingsinrichting, beschreven in *punt b.* van onderafdeling *7.1.6.4.* moeten de bevestigingsstukken van de geleiders aan de isolatoren het verschuiven verhinderen zonder de mechanische weerstand van de geleiders te schaden.

d.2. Bij hoogspanning

Voor hoogspanningslijnen van 2e categorie die per fase parallelle geleiders bevatten of waarvan de steunen meer dan twee driestellen dragen, mogen klemmen met gecontroleerde doorschuiving (bv. elastische klemmen) gebruikt worden bij opgehangen isolatorkettingen maar niet bij isolatorkettingen in verankering, wanneer deze ophangingsklemmen een doorschuiving zonder breuk van de geleiders toelaten, teneinde de differentiële mechanische belasting, die toevallig kan voorkomen tussen twee opeenvolgende spanwijdten, op de steun, te begrenzen. De aanwending van klemmen met doorschuiving als bevestigingsstuk van de geleiders brengt het verplicht gebruik met zich mede van schutringen, en van een verstevigingsinrichting (armor rod) aangebracht op de geleider op de plaats van de vasthechting. De waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven, in functie van de doorsnede van de geleiders en met een tolerantie van 15 %, is vastgesteld in *tabel 7.4.* De bevestigingsstukken van de bretellen aan de geleiders verhinderen elke verschuiving, zolang de trekkracht in de geleider de maximumtrekkracht in normale omstandigheden met niet meer dan 50 % overschrijdt.

Tabel 7.4. Waarde van de differentiële trekkracht bij verschuiven

Kracht bij verschuiven	*Doorsnede van de geleider*
12.000 Newton	≤ 380 mm²
14.000 Newton	> 380 mm² en ≤ 580 mm²
15.000 Newton	> 580 mm² en ≤ 825 mm²
18.000 Newton	> 825 mm²

Onderafdeling 7.1.6.3. Mechanische weerstand van de steunen

a. Aard van de steunen

a.1. Algemeenheden

Alle steunen hebben een aangepaste mechanische weerstand.

De steunen moeten beschermd zijn tegen de vernielende werking van de weersomstandigheden, de grondvochtigheid, de fauna en de flora. Het behoud van de mechanische weerstand van de steunen moet verzekerd zijn.

a.2. Bij hoogspanning

Voor hoogspanningslijnen van 2e categorie zijn hout of gelijkaardige materialen slechts toegestaan ten tijdelijken titel.

b. Funderingen

b.1. Bij laagspanning

Steunen van laagspanningsluchtlijnen mogen zonder meer in de grond geplaatst worden.

Behalve op plaatsen zoals centrales voor elektriciteitsproductie, transformatieposten en de eindpunten van luchtlijnen, is het verboden op de gebouwen steunen te bevestigen voor geleiders op laagspanning van 2e categorie.

b.2. Bij hoogspanning

Steunen van hoogspanningsluchtlijnen moeten geplaatst worden in funderingen.

Behalve op plaatsen zoals centrales voor elektriciteitsproductie, transformatieposten en de eindpunten van luchtlijnen, is het verboden op de gebouwen steunen te bevestigen voor geleiders op hoogspanning.

c. Tuikabels

c.1. Algemeenheden
Worden niet aanzien als tuikabels, de mechanische spankabels die in de samenstelling van de steunen voorkomen.
De tuikabels moeten geaard zijn, uitgezonderd wanneer er een isolator op onbereikbare hoogte tussengeschakeld wordt.

c.2. Bij laagspanning
Het tuien (opspannen) van steunen voor laagspanningslijnen is toegestaan.

c.3. Bij hoogspanning
Het tuien van steunen voor hoogspanningslijnen is toegestaan in de volgende gevallen:
- bij gebruik voor elektrische leidingen van «beschermde kabels» in de zin van *onderafdeling 7.1.2.3.* die een geaarde beschermingsstroombaan bezitten;
- ten tijdelijken titel tijdens opbouw, herstellings- of voorlopige verstevigingswerken.

d. Mechanische stabiliteit

d.1. Principe

Alle samenstellende elementen van de luchtlijn, zoals steunen, verankeringen, draagijzers en eventuele funderingen, moeten berekend worden rekening houdend met de belastingen voortvloeiend uit:
- de trekkracht van de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders;
- het eigen gewicht van de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders alsook van de isolatoren, de draagijzers en de steun;
- de meest ongunstige combinatie van de uiterste belastingen die door de twee volgende omstandigheden van wind en temperatuur worden veroorzaakt.

De wind waait uit de meest ongunstige horizontale richting in de volgende voorwaarden:
- bij een temperatuur van + 15 °C, met zijn normale of uitzonderlijke maximumkracht;
- bij een temperatuur van – 15 °C met beperkte kracht.

d.2. Windbelasting bij hoogspanning

De windbelasting F, uitgedrukt in N, op de samenstellende elementen van de lijn moet worden berekend:
- voor zijn normale maximumkracht en zijn herleide kracht in de elektrische hoogspanningsinstallaties van 1e categorie;
- voor zijn normale maximumkracht, zijn herleide kracht en zijn uitzonderlijke maximumkracht in de elektrische hoogspanningsinstallaties van 2e categorie.

Zij wordt gegeven door volgende formule:

$$F = c \cdot q \cdot A$$

daarin is:
- c: de aerodynamische coëfficiënt van het geheel in de windrichting, waarvan de waarde afhankelijk is van de vorm en soms van de afmetingen van het door de wind getroffen voorwerp;
- A: de oppervlakte in m^2 van de volle vlakken van het loodrecht door de wind getroffen onderdeel;
- q: de dynamische druk in pascal, die evenredig is met de dynamische basisdruk q_b.

Tabel 7.5. geeft, in functie van de hoogte waarop het constructie-element zich bevindt, de basiswaarden van de dynamische druk q_b die overeenstemt met de normale maximum horizontale

windsnelheid v, gemeten met anemometers en die in aanmerking te nemen is voor het ontwerp van een bouwonderdeel waarvan de grootste afmeting niet groter is dan 1 m.

Tabel 7.5. Dynamische druk q_b in functie van de hoogte

Hoogte boven de grond in m	*Windsnelheid (v) in m/s*	*Dynamische basisdruk (q_b) in pascal*
tot 25	35	750
van 25 tot 50	36,16	800
van 50 tot 75	37,27	850
van 75 tot 100	38,36	900
van 100 tot 125	39,41	950
van 125 tot 150	40,43	1000
van 150 tot 175	41,43	1050
van 175 tot 200	42,21	1100

De te beschouwen hoogte voor de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders is de hoogte van het bevestigingspunt aan de isolatoren of steunen.

d.3. Normale of uitzonderlijke horizontale maximum windbelasting

Voor de berekening van de windbelasting op steunen, armen, isolatoren moet de dynamische druk *q* gelijk genomen worden aan:
- 0,8 q_b voor normale horizontale maximumwind;
- 1,6 q_b voor uitzonderlijke horizontale maximumwind.

Voor de berekening van de windbelasting op de actieve geleiders, de **waakdraden** en de aardgeleiders wordt de dynamische druk q gelijk aan:
- voor spanwijdten kleiner of gelijk aan 100 m:
  - 0,7 q_b voor normale horizontale wind;
  - 1,4 q_b voor uitzonderlijke horizontale wind;
- voor spanwijdten groter dan 100 m:
  - 0,5 q_b voor normale horizontale wind;
  - q_b voor uitzonderlijke horizontale wind.

d.4. Beperkte horizontale windbelasting

Voor de berekening van de samenstellende delen van de lijn moet de in aanmerking te nemen effectieve dynamische druk gelijk genomen worden aan 0,25 q_b.

d.5. Aerodynamische coëfficiënt

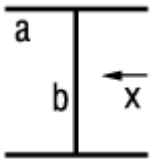
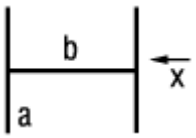
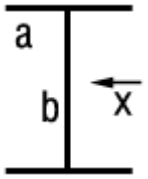
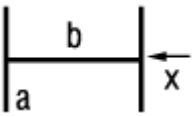
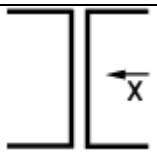
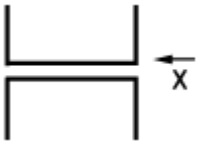
Waarden van de aerodynamische coëfficiënt c bij:
- *actieve geleiders, **waakdraden** en aardgeleiders:*
  de waarde van de aerodynamische coëfficiënt bedraagt 1,45 voor de actieve geleiders, **waakdraden** en aardgeleiders.
- Z-vormige gesloten kabels:
  Men verstaat onder Z-vormige gesloten kabels: geleiders waarvan ten minste de laatste laag draden is samengesteld uit in Z-vorm geprofileerde draden die dakpansgewijs op elkaar liggen. Hierdoor hebben ze een buitenoppervlakte die quasi cilindervormig is met spiraalvormige groeven welke een kenmerkende diepte vertonen. De Z-vormige draden zijn uit aluminium of uit een legering die hoofdzakelijk bestaat uit aluminium. De Z-vormige gesloten kabels worden in functie van hun diameter gekenmerkt door een specifieke diepte van hun spiraalvormige groeven. Deze kenmerken, alsook de aard van het metaal waaruit de kabel is samengesteld, zijn vermeld in *tabel 7.6.*, aangeduid de waarden van de aërodynamische coëfficient in functie van de kabeldiameter en van de diepte van de groeven, voor de windsnelheden die overeenstemmen met de maximale normale dynamische druk $q_{max.n}$ en de maximale uitzonderlijke dynamische druk $q_{max\ .exc.}$.

Tabel 7.6. Waarden van de aërodynamische coëfficient voor de Z-vormige gesloten kabels

Kabel diameter in mm (d)	d < 16	16 ≤ d < 22	22 ≤ d < 28	28 ≤ d < 31	31 ≤ d < 32	32 ≤ d < 36	36 ≤ d
Diepte groeven in mm	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5
Aerodynamische coëfficient voor dynamische druk qmax. n	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Aerodynamische coëfficient voor dynamische druk qmax. uitz.	1,45	1,2	1,2	0,9	0,85	0,8	0,7

- *De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit andere waarden vastleggen die moeten worden gehanteerd voor geleiders met een bijzondere structuur.*
- *voor palen samengesteld uit één of twee profielijzers:*

Tabel 7.7. Aerodynamische coëfficiënt c in functie van het profieltype

Profieltype	*Schema*	*Aerodynamische coëfficiënt (c)*	*Schema*	*Aerodynamische coëfficiënt (c)*
Grey profiel (a = b)		1,57		1,87
Normaal profiel (a < b)		2,00		1,68
Samengestelde normale profielen		1,25		1,51

x geeft de windrichting aan.

- *voor masten in metalen vakwerk, samengesteld uit normale profielijzers, met vierkante of rechthoekige basis met identieke overstaande zijden:*
  de waarde van c voor de gehele mast, in de veronderstelling dat de wind loodrecht op een zijde van de mast blaast, wordt gegeven door de formule:

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}$$

  waarin *A* de oppervlakte is van de volle delen, en *A'* de oppervlakte begrensd door de buitenomtrek van de beschouwde zijde van de mast, beide uitgedrukt in m².

  Deze coëfficiënt c houdt rekening met de windbelasting op de vier zijden van de mast.

  De formule is toepasselijk binnen de grenzen:

$$0{,}1 < \frac{A}{A'} < 0{,}6$$

- *voor buisvormige metalen palen met een diameter van 0,20 m en meer:*
  de waarde van c is gelijk aan 0,5.
- *voor masten in vakwerk, met vierkante of rechthoekige basis en identieke overstaande zijden,*

– *samengesteld uit metalen buizen:*
de waarde van c is gelijk aan 7/10 van de waarde gegeven door de formule in het derde streepje hiervoor:

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}$$

– *voor betonnen palen niet hoger dan 25 m boven het maaiveld*

Tabel 7.8. Aerodynamische coëfficiënt c voor betonnen palen

Betonnen palen	*Waarde van c*	
	Wind loodrecht op	
Doorsnede	*de grootste zijde*	*de kleinste zijde*
rechthoekig en gesloten	1,85	1,40
rechthoekig met uitsparingen in groot zijvlak	1,60	1,30
I-profiel zonder uitsparingen	1,60	1,40
I-profiel met uitsparingen in het lijf	1,50	1,30
cirkelvormig met gemiddelde doormeter van 0,20 m en meer	0,50	
vierkant zonder uitsparing	1,75	

– *voor houten palen met een gemiddelde diameter van 0,20 m en meer*
De waarde voor c is gelijk aan 0,5.

d.6. Toegelaten belastingen in onderdelen uit gewalst staal

De toegelaten belastingen voor het berekenen van lijnen die onderhevig zijn aan de maximale of herleide windkracht uitgedrukt in N/mm² in de onderdelen uit gewalst staal van palen uit enkelvoudige profielijzers en van masten in vakwerk, worden in *tabel 7.9.* gegeven.

Tabel 7.9. Toegelaten belastingen voor palen uit enkelvoudige profielijzers en masten in vakwerk (in N/mm²)

	Toegelaten belastingen	
Staalsoort	*voor alle steunen uitgezonderd ankersteunen*	*voor de ankersteunen*
staal AE 235		
trek, druk en buiging	170	240
afschuiving	102	144
staal AE 355		
trek, druk en buiging	260	340
afschuiving	156	204

Voor het berekenen van de samenstellende delen van een lijn die onderhevig is aan uitzonderlijke maximale windkracht zijn de toegelaten belastingen, deze die overeenkomen met de elasticiteitsgrens van het betreffende materiaal.

d.7. Netto- en herleide doorsneden

d.7.1. Algemeenheden

Met uitzondering van hoogspanningslijnen van 2e categorie met vakwerkpylonen (zie *punt 2.* hierna) zijn de volgende voorschriften van toepassing.

– Bij de berekening van de onderdelen belast op trek of buiging moeten de «netto» doorsneden beschouwd worden d.w.z. klinknagel- of boutgaten niet meegeteld; voor onderdelen belast op druk zijn het de «herleide» doorsneden, zoals hieronder bepaald.
– De onderdelen onderworpen aan niet excentrische drukbelasting moeten zodanig berekend worden dat de gemiddelde drukspanning op de herleide doorsnede niet groter is dan de hierboven onder *d.6.* vermelde toegelaten waarden voor stukken in gewalst staal.

Voor volle staven in gewalst staal, wordt, in functie van de slankheidsgraad, de herleidingsfactor van de doorsnede opgegeven in *tabel 7.10.*

Tabel 7.10. Herleidingsfactor van de doorsnede voor volle staven in gewalst staal

Staalsoort	*Slankheidsgraad*	*Herleidingsfactor van de doorsnede*
AE 235	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 105$	$\frac{15{,}784 - 0{,}0892 \cdot \lambda}{14}$
	$105 < \lambda$	$\frac{212.200}{14(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$
AE 355	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 85$	$\frac{24{,}180 - 0{,}159 \cdot \lambda}{21}$
	$85 < \lambda$	$\frac{212.200}{21(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$

De slankheidsgraad λ van een stuk is de verhouding van de aan knik onderworpen lengte tot de met het beschouwde knikvlak overeenstemmende traagheidsstraal. De herleide doorsnede moet voor de meest ongunstige slankheid berekend worden.

Voor de masten in vakwerk mag de slankheidsgraad niet groter zijn dan 150 voor de hoekstijlen en 200 voor de andere onderdelen.

- Voor stukken op druk belast die samengesteld zijn uit niet onderling verbonden delen (vakwerkstukken), moet de herleidingsfactor van het gehele stuk bepaald worden in overeenstemming met de meest ongunstige slankheid; deze herleidingsfactor wordt bepaald volgens *tabel 7.10.* alsof het een vol stuk betrof.

  De herleide doorsnede van het stuk moet bepaald worden door vermenigvuldiging van de totale doorsnede van de samenstellende delen met de herleidingsfactor van het geheel en met de individuele herleidingsfactor van één van de samenstellende delen.

  Indien echter de slankheidsgraad van een samenstellend deel niet groter is dan 40, moet enkel de vermindering van het geheel in aanmerking genomen worden.

- Voor stukken bestaande uit één enkel hoekijzer moet de in aanmerking te nemen traagheidsstraal voor de berekening van de herleide doorsnede gelijk zijn aan de minimale traagheidsstraal.

  Voor de hoekstijlen waarop zich beurtelings op beide flenzen van het hoekijzer vakwerkverbindingsknopen bevinden, mag nochtans de met een flens evenwijdige traagheidsstraal aangenomen worden.

  Voor vakwerkmasten is de in aanmerking te nemen kniklengte bij de berekening van de slankheid voor de bepaling van de herleide doorsnede, de lengte tussen de twee punten van het beschouwde deel bestand tegen vervorming in het beoogde vlak, behalve indien de uiteinden van de stukken ingeklemd zijn volgens dit knikvlak, in welk geval 8/10 van deze lengte moet genomen worden.

  Het kruispunt van twee staven, de één belast op trek, de andere op druk, mag beschouwd worden als een punt dat verzekerd is tegen vervorming in het knikvlak voor zover de kracht waarvoor de getrokken staaf berekend is, in absolute waarde ten minste gelijk is aan de drukkracht en voor zover de verbinding van de staven in hun kruispunt voldoende is.

- Wanneer een stuk tegelijkertijd gedrukt en gebogen is, moeten de spanningen met gelijk teken voortkomende uit beide krachten worden samengeteld. De drukspanning moet daarbij berekend worden op de herleide doorsnede overeenstemmend met het meest waarschijnlijke knikvlak en de buigspanning moet verhoogd worden om rekening te houden met de weerstand tegen zijdelingse knik van de op druk belaste hoekstijl.

  De vermeerderingsfactor voor de buigspanning moet gelijk genomen worden aan:

$$\frac{1}{1 - 0{,}0005\ \mathrm{L/i}\gamma}$$

  Daarin is:

  L = de theoretische lengte van het stuk of de hartlijnafstand tussen de doelmatig tegen zijdelingse vervorming verzekerde punten;

i_γ = de traagheidsstraal van het op druk belaste deel van het stuk genomen ten opzichte van de as evenwijdig aan het buigingsvlak.

- De toegelaten schuifspanning voor schroefbouten en klinknagels is ten hoogste gelijk aan 4/5 van de toegelaten spanning bij enkelvoudige trekkracht van de vermelde schroefbouten en klinknagels.

  Met een diametraal contactoppervlak gelijk aan het product van de bout- of klinknageldiameter met de dikte van het te bevestigen stuk, mag de gemiddelde druk op dit contactvlak voor schroefbouten en klinknagels die aan dubbele afschuiving zijn onderworpen ten hoogste gelijk zijn aan de hierna genoemde waarden:
  - voor gedraaide schroefbouten en klinknagels: 2,4 maal de hierboven bepaalde schuifspanning;
  - voor gewone ruwe bouten: 2 maal de hierboven bepaalde schuifspanning.

  Voor de met enkelvoudige afschuiving belaste bouten moeten de hierboven voorgeschreven grenswaarden voor de gemiddelde druk op het diametrale contactoppervlak met 1/5 verminderd worden.

- Gelaste verbindingen moeten, voor de hoogste kracht waaraan zij worden onderworpen, een veiligheidscoëfficiënt hebben die ten opzichte van hun trekweerstand ten minste gelijk is aan 3 wanneer de kracht in het metaal van de verbonden staven berekend wordt met één van de toegelaten spanningen.

d.7.2. Bij hoogspanning

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft bepaalt bij besluit de berekeningswijze van de samenstellende delen voor hoogspanningslijnen van 2e categorie met vakwerkpylonen.

d.8. Palen in gewapend beton

d.8.1. Algemeenheden

Palen in gewapend beton moeten voldoen aan de veiligheidsvoorschriften die voorkomen in de desbetreffende, door de Koning gehomologeerde, norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm.

d.8.2. Bij hoogspanning

De hoogspanningslijnen van 2e categorie met een nominale spanning die niet groter is dan 70 kV worden, voor wat betreft de windbelasting, gelijkgesteld met hoogspanningslijnen van 1e categorie.

d.9. Houten palen

Houten palen moeten voldoen aan de veiligheidsvoorschriften die voorkomen in de desbetreffende, door de Koning gehomologeerde, norm of beantwoorden aan bepalingen die ten minste een gelijkwaardig veiligheidsniveau bieden als dit bepaald in deze norm. Ten aanzien van de breukbelasting moeten houten palen berekend worden met een veiligheidscoëfficiënt van 3,5.

d.10. Stabiliteit tegen omvallen

De stabiliteit van steunen tegen omvallen moet berekend worden rekening houdend met het grootste kipmoment en met de voor de stabiliteit gunstig tegenwerkende momenten.

Die tegenwerkende momenten worden bepaald door:
- het gewicht van het geheel;
- de reacties van de gronden die het kantelen van de funderingen tegenwerken.

De stabiliteitscoëfficiënt tegen omkantelen is de verhouding tussen de som van de tegenwerkende momenten en het kantelmoment.

In de veronderstelling van het grootste kipmoment is hij ten minste gelijk aan:
- 1,25 wanneer de windbelasting berekend is voor zijn normale maximumkracht of zijn herleide kracht;
- 1,00 wanneer de windbelasting berekend is voor zijn uitzonderlijke maximumkracht.

d.11. Verankerings- en eindsteunen

De berekening van de mechanische stabiliteit van de verankerings- en eindsteunen moet bovendien rekening houden met hun meer specifieke functie.

Onderafdeling 7.1.6.4. Mechanische weerstand en diëlektrische eigenschappen van isolatoren en isolatorkettingen

a. Algemeenheden

Wat betreft hun mechanische weerstand en hun diëlektrische eigenschappen moeten de isolatoren en de isolatorkettingen voldoen aan de regels van goed vakmanschap.

b. Veiligheidsbevestiging voor blanke energiegeleiders van hoogspanningslijnen — Veiligheidsinrichtingen bij hoogspanning

b.1. Principe

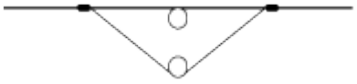
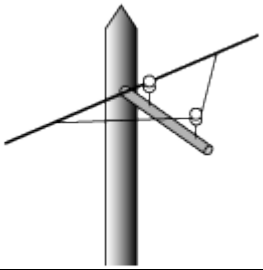
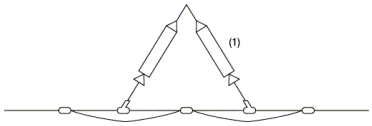
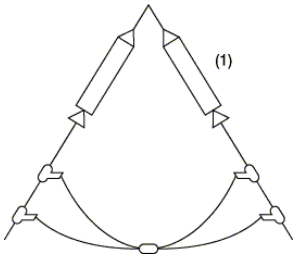
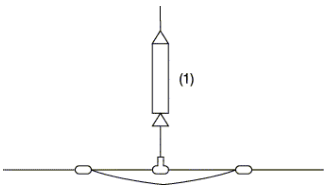
Principieel dienen veiligheidsinrichtingen om een eventuele breuk van de geleider ter hoogte van zijn ophangpunt aan de isolator op te vangen, deze breuk kan onder andere te wijten zijn aan:
- de trilling van de geleider;
- de vorming van een bestendige boog op de geleider, waarbij deze boog het smelten van de geleider zou kunnen veroorzaken.

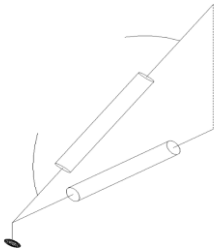
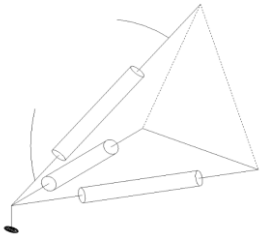
Een toe te passen oplossing bestaat uit een ontdubbeling van de geleider ter hoogte van zijn vasthechting aan de isolator, door middel van een geleider, bretel genoemd, en vastgemaakt aan weerszijden van dit vasthechtingspunt.

b.2. Beschrijving van de verhoogde veiligheidsinrichtingen

Wanneer de energiegeleiders van de elektrische hoogspanningsluchtlijnen door middel van één van de volgende veiligheidsinrichtingen aan de steunen zijn vastgemaakt, worden ze beschouwd als bevestigd met verhoogde veiligheid.

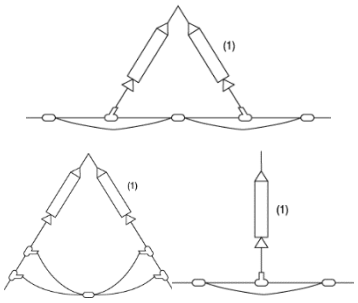
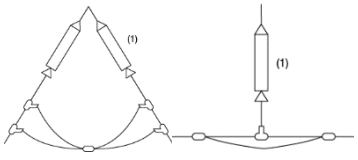
Tabel 7.11. Types van veiligheidsinrichtingen

Type: veiligheidsinrichting	Illustratie	Voorschriften
a. met staande isolatoren	*Figuur 7.2. Staande isolatoren – Bovenaanzicht*  *Figuur 7.3. Staande isolatoren – Perspectief* 	Elke geleider van een lijn uitgerust met staande isolatoren moet op de steun vastgehecht worden door middel van ten minste twee isolatoren die op een voldoende onderlinge afstand staan om te beletten dat een aardingsboog, ontstaan op één van de isolatoren, zich zou voortplanten naar de andere. De lijngeleider moet aan één van de isolatoren vastgehecht worden en moet met ieder van de bijkomende isolatoren verbonden worden door een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de lijngeleider waaraan hij aan weerszijden van het bevestigingspunt is aangesloten. De vasthechting van deze geleiders aan hun isolatoren en de verbinding van de geleiders onderling moet uitgevoerd worden door middel van speciale bevestigingsklemmen die in staat zijn iedere verschuiving te beletten zonder aan de mechanische weerstand van de geleiders te schaden.
b. met hangende isolatoren met dubbele isolatorketting	*Figuur 7.4. Halfverankerd type – Zijaanzicht*  (1) Isolatoren *Figuur 7.5. Verankerd type – Zijaanzicht*  (1) Isolatoren	Elke geleider van een lijn uitgerust met ophangisolatoren, moet vastgehouden worden door middel van bevestigingsklemmen aan de uiteinden van ten minste twee isolatorkettingen. De geleider moet aan elke ketting bevestigd worden door verankering of door een ophangingsklem die een halve verankering tot stand brengt. Een bretel gevormd door een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de voor de lijn gebruikte geleider, moet door middel van klemmen aan weerszijden van de eindstukken van de isolatorkettingen vastgehecht worden. Deze bretel mag aan de geleider verbonden worden door één of meer bijkomende klemmen tussen de vasthechtingspunten aan de isolatorkettingen.
c. met hangende isolatoren met enkele isolatorketting	*Figuur 7.6. Enkele isolatorketting – Bovenaanzicht*  (1) Isolatoren	Elke geleider van een lijn is uitgerust met ophangisolatoren vastgehecht aan één enkele isolatorketting. De geleider moet verdubbeld worden met een bretel, bestaande uit een geleider met dezelfde doorsnede en van dezelfde aard als de voor de lijn gebruikte geleider en vastgehecht aan weerszijden van het bevestigingspunt van deze laatste aan de isolatorketting.

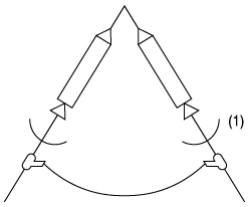
d. Isolerende mastarmen	*Figuur 7.7. Isolerende mastarm met een drukisolator - Perspectief*  *Figuur 7.8. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren - Perspectief* 	Principieel zijn de isolerende mastarmen samengesteld uit twee isolatorkettingen en worden gebruikt voor verhoogde veiligheidsinrichtingen. Ze bestaan uit: 1° één of twee drukisolatoren (*figuren 7.7.* en *7.8.*) welke de horizontale mechanische krachten van de geleiders in combinatie met wind- of ijsbelasting opvangt; 2° één schuine trekisolator welke de verticale mechanische krachten van de geleiders in combinatie met wind- of ijsbelasting opvangt.
e. voor ankersteunen en eindsteunen		De actieve geleider moet aan de ankersteun of aan de eindsteun derwijze vastgemaakt worden door middel van twee isolatoren (twee vaste isolatoren, of twee hangende isolatorkettingen of een combinatie van elk van deze typen) zodat ingeval hij loskomt van één van de isolatoren, hij nog wordt vastgehouden door de tweede.
f. gelijkaardige inrichtingen		Elke veiligheidsinrichting bepaald bij besluit van de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft mag aangenomen worden.

Tabel 7.12. geeft de gebruiksvoorwaarden weer voor sommige veiligheidsinrichtingen

Tabel 7.12 Gebruiksvoorwaarden

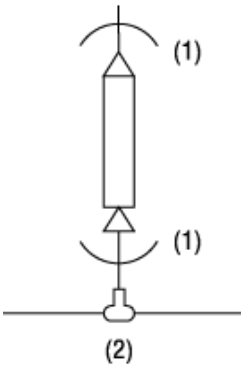
Illustratie	Voorwaarden
	Voor de veiligheidsinrichtingen van het opgehangen type (*figuren 7.4.*, *7.5.* en *7.6.*), moet aan volgende voorwaarden voldaan worden: 1. de isolatorkettingen ondergaan ieder afzonderlijk de proeven, uitgevoerd volgens de erop betrekking hebbende regels van goed vakmanschap; 2. de afstand tussen het uiteinde van elke isolatorketting en de buitenste bevestiging van de bretel is ten minste gelijk aan: • 0,4 m voor hoogspanningslijnen van 1e categorie; • (0,50 + 0,004 (U_N - 50)) m met een maximum van 1,50 m voor de hoogspanningslijnen van 2e categorie. Daarin is U_N de nominale spanning tussen fasen in kV.
	Anderzijds is voor de veiligheidsinrichtingen, met dubbele isolatorkettingen van het verankerde type (*figuur 7.5.*) en de veiligheidsinrichting met enkele ketting (*figuur 7.6.*) de ontdubbelingsbretel niet verplicht, indien tegelijkertijd aan volgende voorwaarden voldaan wordt: 1. de lijn moet uitgerust zijn met ten minste één beschermingsinrichting die de boog snel dooft in geval van overslag.

Figuur 7.9. Inrichting met dubbele ketting zonder bretel – Verankerd type



(1) Vonkenbrug

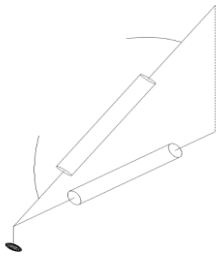
Figuur 7.10. Inrichting met enkele ketting zonder bretel



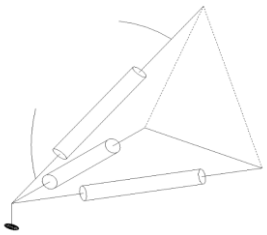
(1) Vonkenbrug
(2) Verstevigingsinrichting

2. de geleiders moeten een doorsnede hebben gelijk aan of groter dan:
   - voor hoogspanning van 1e categorie: 90 mm² voor aluminium en 70 mm² voor koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern of aluminium met stalen kern;
   - voor de hoogspanning van 2e categorie: 220 mm² voor aluminium en 125 mm² voor koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern, of aluminium met stalen kern.
3. de isolatorkettingen moeten voorzien zijn van een vonkenbrug:
   - aan het uiteinde, aan de kant van de geleider voor inrichtingen met dubbele kettingen van het verankerde type (*figuur 7.9.*);
   - aan hun beide einden voor inrichtingen met enkele ketting (*figuur 7.10.*).
4. bij gebruik van de inrichting met dubbele isolatorketting van het verankerd type moeten de bevestigingsstukken van de geleider aan de kettingen en de bevestiging van de brug aan de geleider elke verschuiving verhinderen zonder de mechanische weerstand van de geleider in gevaar te brengen.
5. bij gebruik van inrichtingen met enkele ketting van het type met kap en stang (*figuur 7.10.*), met een kwaliteit die bij ondervinding goed bevonden is, moet, op de plaats van zijn vasthechting aan de isolatorketting, de geleider voorzien worden van een inrichting die bestemd is om:
   - dit ophangpunt te verstevigen;
   - trillingen te dempen;
   - de geleider te beschermen in geval van een blijvende vermogenboog die over de vonkenbrug zou springen.

Figuur 7.11. Isolerende mastarm met een drukisolator - Perspectief



Figuur 7.12. Isolerende mastarm met twee drukisolatoren - Perspectief



1. De isolerende mastarmen ondergaan ieder afzonderlijk de proeven, uitgevoerd volgens de erop betrekking hebbende regels van goed vakmanschap wat betreft hun mechanische weerstand en hun diëlektrische eigenschappen.
2. Bij gebruik van een drukisolator (*figuur 7.11.*) kan de mastarm draaien om zijn as. Deze opstelling kan gebruikt worden tot hoeken in de hoogspanningsverbinding/lijn van maximum 3 gon.
3. Bij gebruik van twee drukisolatoren (*figuur 7.12.*) is de mastarm niet draaiend. Bij deze opstelling zijn hoeken tot maximum 15 gon toegelaten.
4. De kern van deze isolatoren bestaat hoofdzakelijk uit een materiaal met een hoge mechanische weerstand. Het omhulsel is gemaakt in silicone met goede diëlektrische eigenschappen.
5. Op de uiteinden van deze isolatoren bevinden zich metallische delen die die isolatoren met elkaar verbinden enerzijds en de geleiders met de isolatoren anderzijds.
6. Isolerende mastarmen hebben geen ontdubbelingsbretel, maar voldoen cumulatieve voorwaarden:
   1° de lijn is uitgerust met ten minste één beschermingsinrichting die de boog snel dooft in geval van overslag;
   2° voor de hoogspanning van 2de categorie, hebben de geleiders een doorsnede gelijk aan of groter dan 220 mm² voor aluminium en 125 mm² voor koper, aluminiumlegeringen met of zonder stalen kern, of aluminium met stalen kern;
   3° ten minste een isolatorketting is voorzien van een vonkenbrug aan zijn beide einden.

b.3. Bijkomende schikkingen

De Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit bijkomende maatregelen bepalen om de schadelijke gevolgen van mechanische trillingen te vermijden.

Onderafdeling 7.1.6.5. Nabijheid van andere leidingen

a. Voorwaarden van wind, temperatuur en belasting te beschouwen voor de ongunstige positie van geleiders

De voorwaarden van wind, temperatuur en belasting, voorgeschreven in *onderafdeling 7.1.3.5.*, zijn toepasselijk om de ongunstige posities van de geleiders te bepalen.

b. Het boven elkaar plaatsen, opstelling op gemeenschappelijke steunen, nabijheid en kruising van een hoogspanningslijn van het «beschermde kabeltype» en andere geleiders

b.1. Verboden zone van een «beschermde kabel»

De verboden zone van een «beschermde» hoogspanningskabel (in de zin van *onderafdeling 7.1.2.3.*) is het volume dat ontstaat door de verplaatsing van een cirkel met straal «r», die zich in een vlak bevindt, loodrecht op de geleider, waarbij het middelpunt van de cirkel zich langs de lijn beweegt die de meest ongunstige stand van de «beschermde kabel» weergeeft.

Indien de «beschermde kabel» meerdere ongunstige posities kan innemen, is de verboden zone de omhullende van de verboden zones bekomen voor de verschillende ongunstige posities van de «beschermde kabel».

De straal van de beschrijvende cirkel van de verboden zone is afhankelijk van de aard van de geleiders die zich bevinden in de nabijheid van de «beschermde kabel».

Figuur 7.13. Verboden zone van een «beschermde kabel»

b.2. De andere geleiders, behorende tot een laag- of hoogspanningsluchtlijn, zijn zelf van het type «beschermde kabel»

Als beide lijnen van het «beschermde» kabeltype zijn, is het opstellen op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid en het kruisen van andere laag- of hoogspanningslijnen met een hoogspanningslijn voor alle spanningscategorieën toegelaten en de straal van de verboden zone is nul.

b.3. De andere geleiders behorende tot een laag- of hoogspanningsluchtlijn van het type met «blanke of gelijkgestelde geleiders» of tot een private telecommunicatielijn

Het boven elkaar plaatsen, de opstelling op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid en de kruising van laag- of hoogspanningsluchtlijnen van het type «blanke of gelijkgestelde geleiders» of van private telecommunicatielijnen en een hoogspanningslijn op een grotere nominale spanning van het type «beschermde kabel» is toegestaan op voorwaarde dat de lijn van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» of de private telecommunicatielijn buiten de verboden zone ligt; de waarde van de straal «r» in m wordt gegeven in *tabel 7.13.* in functie van de aard van de leidingen die zich in de nabijheid van de «beschermde kabel» bevinden.

Tabel 7.13. Waarden van de straal «r» (in m)

		Hoogspanningslijnen van 1e categorie van het type «beschermde kabel»
Private telecommunicatielijnen		0,50
Lijnen van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»	laagspanning 1e categorie	0,30
	laagspanning 2e categorie	0,40
	hoogspanning 1e categorie	0,50
	hoogspanning 2e categorie	0,50 + U_N·0,01

U_N is de nominale spanning tussen geleiders van de hoogspanningslijn van de 2e categorie.

De waarden van de straal r voor hoogspanningslijnen van 2e categorie van het type «beschermde kabel» worden vastgelegd bij besluit van de Minister met bevoegdheid over Energie.

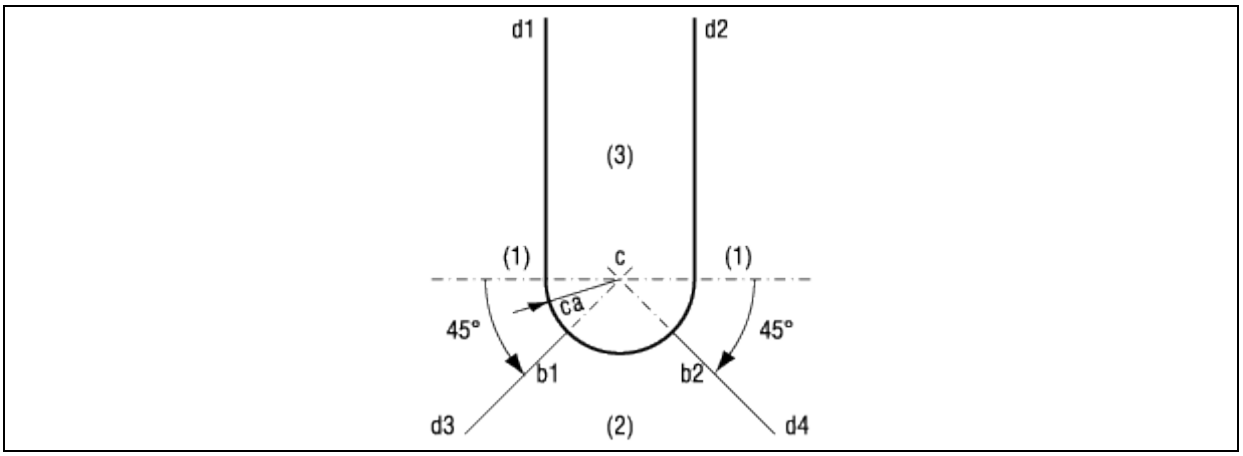
c. Boven elkaar plaatsing, opstelling op gemeenschappelijke steunen, nabijheid en kruising van hoogspanningslijnen van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» met andere geleiders

c.1. De verschillende zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»

Rond elke «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» van een luchtlijn bestaan 3 verschillende zones die ontstaan door de verplaatsing van een halve cirkel met twee rechten gelegen in een vlak loodrecht op de langsas van de geleider, waarbij het centrum C langs de geleider in zijn ongunstige positie glijdt.

Deze beschrijvende lijnen van de volumes zijn vastgelegd door de keuze van de straal «ca» en worden voorgesteld in *figuur 7.14.*

Figuur 7.14. Zones rond «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»



(1) toegelaten zone
(2) voorwaardelijk toegelaten zone
(3) verboden zone

De straal «ca», op grond waarvan de verschillende zones worden bepaald, is functie van de spanning van de hoogspanningslijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» die de andere lijnen overspant alsmede van de aard van de overspannen leidingen. Haar waarde, uitgedrukt in m, wordt gegeven door volgende formule:

$$ca = 1{,}50 + U_N \cdot 0{,}01 \text{ (m)}$$

Daarin is U_N de nominale spanning tussen geleiders van de lijn op de grootste spanning, uitgedrukt in kV.

De «verboden zone» ontstaat door de verplaatsing van de lijn d1 b1 b2 d2. Indien de «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» verschillende ongunstige posities kan innemen, is de verboden zone het volume-omhulsel van de verschillende verboden zones ontstaan uit de verschillende ongunstige posities.

De «voorwaardelijk toegelaten zone» ontstaat door de verplaatsing van de lijn d3 b1 b2 d4. Indien de «blanke of daarmee gelijkgestelde geleider» verschillende ongunstige posities kan innemen, is de voorwaardelijk toegelaten zone het volume-omhulsel van de verschillende voorwaardelijk toegelaten zones ontstaan uit de verschillende ongunstige posities.

De «toegelaten zones» zijn de twee zijdelingse zones die noch tot de verboden zone noch tot de voorwaardelijk toegelaten zone behoren.

c.2. Voorschriften betreffende de nabijheid van een hoogspanningslijn met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders en andere lijnen

c.2.1. Verboden zone

In de verboden zone van «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningsluchtlijn van 2e categorie mag zich geen enkele geleider bevinden van een luchtlijn op hoogspanning van 1e categorie, op laagspanning en op zeer lage spanning alsmede van een telecommunicatielijn.

In de verboden zone van «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningsluchtlijn van 1e categorie mag geen enkele geleider van een luchtlijn op lage of zeer lage spanning of van een telecommunicatielijn voorkomen.

Nochtans is dit verbod niet van toepassing:
- op de teletransmissielijn die geïntegreerd is in de waakdraad of de aardgeleider op voorwaarde dat de installatie beantwoordt aan de voorschriften opgelegd in *punt d.;*
- op de niet-geleidende teletransmissielijn (bijvoorbeeld: type optische vezel);
- op elektrische hulpleidingen die plaatselijk dienen voor controle, meting, bediening, signalisatie en verlichting; de gepaste maatregelen overeenkomstig de regels van goed vakmanschap moeten genomen worden teneinde ieder toevallig contact te vermijden tussen leidingen waarvan sprake in onderhavige paragraaf, en de hoogspanningslijn.

Bovendien wordt, voor de telecommunicatie- of laagspanningslijn geïnstalleerd vóór 1 januari 1983 of aan te leggen op steunen van een hoogspanningslijn van maximum 20 kV tussen fasen en die de verlenging uitmaakt van een overeenkomstig de vroegere voorschriften reeds op gemeenschappelijke steunen aangelegd net, de minimumafstand «ca» verminderd tot 1,5 m.

c.2.2. Toegelaten zone

De doorgang van om het even welke luchtlijn in de toegelaten zone, bepaald ten opzichte van «blanke of gelijkgestelde geleiders» van een hoogspanningslijn, is zonder voorwaarden toegelaten.

c.2.3. Voorwaardelijk toegelaten zone

Het gebruik van de voorwaardelijk toegelaten zone, voor het boven elkaar plaatsen, het bevestigen op gemeenschappelijke steunen, de nabijheid of de kruising van luchtlijnen op laagspanning of hoogspanning en een hoogspanningsluchtlijn van het type «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» is ondergeschikt aan het naleven van volgende voorwaarden:

- voor de overspannende lijn

  De geleiders moeten opgehangen worden met behulp van de veiligheidsinrichtingen beschreven in *punt b.* van *onderafdeling 7.1.6.4.*

- voor de overspannen lijn

  Verbod: het aanbrengen van laagspannings- of private telecommunicatielijnen en hoogspanningslijnen van 2e categorie op gemeenschappelijke steunen is verboden met uitzondering van het voorbehoud dat gemaakt werd in het derde lid van bovenstaand punt titel «verboden zone», voorbehoud dat betrekking heeft op:
  - de teletransmissielijn die geïntegreerd is in de waakdraad of de aardgeleider van een hoogspanningslijn;
  - de elektrische hulpleidingen die plaatselijk dienen voor controle, meting, bediening, signalisatie en verlichting en dit, met naleving van de opgelegde voorwaarden.

  Indien het laagspanningslijnen zijn:
  - bij gemeenschappelijke steunen moet de nulgeleider van het beschouwde deel van het net of een fasegeleider rechtstreeks of via een spanningsbegrenzer geaard worden. Indien er geen geaarde geleider is moeten de laagspanningsgeleiders beschermd worden door spanningsbegrenzers die stroomafwaarts geplaatst worden van de onderbrekingstoestellen;
  - in de andere gevallen moeten maatregelen genomen worden om de invloeden van de inductie te beperken.

  Indien het telecommunicatielijnen zijn: één van de volgende voorschriften moet toegepast worden:
  - de telecommunicatietoestellen moeten met telecommunicatielijnen van het «niet coaxiale type» verbonden worden door toedoen van transformatoren met elektrisch gescheiden wikkelingen, ongenaakbaar voor de bedieners en voorzien van doeltreffende spanningsbegrenzers. Deze telecommunicatielijnen binnen de voorwaardelijk toegelaten zone, moeten uitgevoerd worden als ondergrondse kabels of volgens de voorschriften toepasselijk op de hoogspanningslijn; van zodra zij deze zone verlaten blijft deze schikking toepasselijk tot op het ogenblik dat de scheiding van de stroombanen verzekerd is door middel van transformatoren met elektrisch gescheiden wikkelingen die onbereikbaar geplaatst zijn en die voorzien zijn van een doeltreffende spanningsbegrenzer. De transformatoren met elektrisch gescheiden wikkelingen mogen vervangen worden door elk ander toestel dat dezelfde veiligheidsgaranties biedt en toegelaten is bij Besluit van de Minister met bevoegdheid over energie.
  - maatregelen moeten getroffen worden om inductieverschijnselen te begrenzen: in het bijzonder, als de telecommunicatiekabel een coaxiale kabel is, moet de beschermingsstroombaan regelmatig geaard worden.

c.3. Bijkomende voorschriften voor de kruising van een hoogspanningslijn van de 2e categorie met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» en bevestigd door middel van hangisolatoren, met andere lijnen

Indien het beschermtoestel uitgerust is met isolatorkettingen van het hangende type, moet men rekening houden met de toename van de doorhang door de uitwijking van de kettingen als gevolg van de breuk van een geleider in een naastliggende spanwijdte. In deze hypothese is de straal «ca» voor deze nieuwe ongunstige positie van de geleider gelijk aan:

$$1{,}50 + U_N \cdot 0{,}0075 \text{ (m)}$$

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn van 2e categorie.

Nochtans moet met deze breukhypothese geen rekening gehouden worden indien voldaan is aan de voorwaarden die opgelegd worden in de laatste alinea van *het punt 7.1.3.6.c.2.*

d. Voorschriften voor de waakdraad met een teletransmissielijn

d.1. Functies van de waakdraad met een teletransmissielijn

De waakdraad met een teletransmissielijn vervult de volgende functies:
a) deze van gewone waakdraad van een hoogspanningslijn, functie vervuld door zijn aan alle steunen geaarde pantsering;
b) deze van teletransmissielijn, functie vervuld door geïsoleerde geleiders geplaatst in het centraal deel ervan en omgeven door een mantel die zorgt voor de isolering tussen de geleiders en de pantsering.

d.2. Maatregelen om storende spanningen te annuleren

De storende spanningen die in de in *punt d.1.* bedoelde teletransmissielijn worden geïnduceerd ofwel door de stromen van de drie fasen van de hoogspanningslijn, ofwel in geval van kortsluiting tussen twee fasen, ofwel onder de invloed van de blikseminslagen, worden, wat betreft de onder b van de *punt d.1.,* geïsoleerde geleiders, geannuleerd door scheidingstransformatoren of translators die aan de uiteinden zijn opgesteld en eventueel langs de lijn zijn verdeeld.

d.3. Typeproeven van de isolering tussen de geleiders en de bewapening van de waakdraad

De isolering tussen de geleiders en de bewapening van de waakdraad doorstaat zonder schade de volgende typeproeven:
a) spanning 20 kV – 50 Hz en duur 10 seconden;
b) stootgolf van 1,2/50 microseconden en spanning 120 kV, d.w.z. injectie van een spanningsgolf (representatief voor de invloed van de blikseminslagen), waarvan de opkomsttijd 1,2 microseconden en de halfamplitudetijd 50 microseconden bedragen en die wordt bekomen door de ontlading van een stootgenerator waarvan de spanning aan de aansluitklemmen op 120 kV werd gebracht.

d.4. Proeven van de isolering van de scheidingstransformatoren of translators

De isolering van de scheidingstransformatoren of translators doorstaat zonder schade de volgende proeven:
a) typeproef: stootgolf 1,2/50 microseconden en spanning 40 kV;
b) systematische proef: spanning 20 kV bij 50 Hz en duur 1 second.

d.5. Opstelling van de scheidingstransformatoren of translators

De scheidingstransformatoren of translators worden op de grond opgesteld, ten minste aan de uiteinden van de lijn en zijn in kasten ongenaakbaar voor het personeel dat niet gemachtigd is eraan te werken.

d.6. Verwezenlijking van de installatie en veiligheid van het onderhoudspersoneel

De installatie wordt verwezenlijkt volgens de regels van goed vakmanschap en er wordt door passende maatregelen voor de veiligheid van het onderhoudspersoneel gezorgd.

d.7. Uitzondering

De punten *d.2.* tot *d.6.* zijn niet van toepassing op een niet-geleidende teletransmissielijn (bijvoorbeeld: type optische vezel).

Onderafdeling 7.1.6.6. Nabijheid van andere voorwerpen

a. Antennes, verlichtingstoestellen en bevestigingssteunen van de openbare verlichting

a.1. Veiligheidsprofiel

Het veiligheidsprofiel van een antenne, van een verlichtingstoestel of de onderdelen voor de bevestiging van een verlichtingstoestel van de openbare verlichting is dusdanig dat het buitenvlak gelegen is op ten minste een afstand «a» van elk punt van deze antenne, van dit verlichtingstoestel of van de onderdelen voor de bevestiging van dit verlichtingstoestel van de openbare verlichting.

De waarde van deze afstand «a» is functie van de spanning van de luchtlijn. Ze wordt in m aangegeven in *tabel 7.14.*

Tabel 7.14. Afstand «a» (in m) in functie van de spanning van de luchtlijn

Afstand		*Laagspanning*		*Hoogspanning*
		1e categorie	*2e categorie*	
a	antenne	2	2	2,5 + U_N·0,01

	openbare verlichting	verlichtingstoestel	0,50	2	
		onderdeel voor bevestiging van verlichtingstoestellen	–	2	

Daarin is U_N de nominale spanning in kV tussen de geleiders van de hoogspanningslijn.

Voor de lijnen geïnstalleerd vóór 1 januari 1983 blijft de afstand «a», die het veiligheidsprofiel bepaalt voor laagspanningslijnen van 2e categorie en voor hoogspanningslijnen van 1e categorie, behouden op 1,5 m.

a.2. Inplanting van de lijnen

De luchtlijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders moeten buiten het veiligheidsprofiel van antennes, verlichtingstoestellen en onderdelen voor de bevestiging van de verlichtingstoestellen van de openbare verlichting geplaatst worden.

Nochtans mag de lijn met blanke of gelijkgestelde geleiders die uitsluitend dient voor de voeding van een verlichtingstoestel, in het veiligheidsprofiel van dit verlichtingstoestel komen.

b. Opslagplaatsen en tanks voor brandbaar gas

De hoogspanningslijnen met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders moeten ten opzichte van alle vaste of verplaatsbare recipiënten die een opslagplaats van brandbaar gas uitmaken, in de zin van het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming, met een gezamenlijk inwendig volume van meer dan 10.000 liter, derwijze worden aangelegd dat de vaste en verplaatsbare recipiënten, van de voormelde opslagplaatsen zich in de in *punt c.1.* van *onderafdeling 7.1.6.5.* bepaalde «toegelaten zones» van de aan te leggen lijn bevinden.

De vaste en verplaatsbare recipiënten van deze opslagplaatsen mogen zich evenwel in de in *punt c.1.* van *onderafdeling 7.1.6.5.* bepaalde voorwaardelijk «toegelaten zone» bevinden voor zover een van de volgende maatregelen wordt genomen:

- ofwel bestaat een bouwwerk dat in staat is aan de schok van het vallen van een geleider van de lijn te weerstaan en de opslaginstallaties en hun aanhorigheden buiten elk gevaarlijk bereik te stellen; de plannen en rechtvaardigende berekeningen betreffende de ligging en de weerstand van dit bouwwerk worden vóór de uitvoering goedgekeurd door het organisme bedoeld in *afdeling 6.3.1.*;
- ofwel omvatten, in de overhangende spanwijdte, elke fase en de eventuele beschermingsinrichting minstens twee geleiders; elke geleider is aan de twee masten waartussen de overspanning zich bevindt, vastgehecht door een individuele veiligheidsinrichting van het verankerd type die beantwoordt aan *onderafdeling 7.1.6.4.*; de geleiders van elke fase zijn onderling verbonden door behoorlijke dwarse verbindingsstukken, dit geldt ook voor de geleiders van de eventuele beschermingsinrichting; de mechanische en elektrische kenmerken van de geleiders alsmede de afstand tussen twee verbindingsstukken zijn zodanig dat een eventueel gebroken geleider op voldoende afstand blijft om de vorming van een boog tussen deze geleider en een willekeurig punt van de vaste of verplaatsbare recipiënten van de opslagplaats te beletten.

c. Snoeien van bomen

De eigenaar van een luchtlijn voor transmissie van elektrische energie moet de boomtakken verwijderen die zich in de nabijheid bevinden van blanke geleiders en die hetzij kortsluiting of schade aan de installaties zouden kunnen veroorzaken, hetzij de veiligheid van personen of goederen in gevaar zou kunnen brengen.

Onderafdeling 7.1.6.7. Nabijheid van telecommunicatielijnen

a. Algemeenheden

Het aantal kruisingen, nabijheidszones of zones van evenwijdigheid tussen elektrische energielijnen en telecommunicatielijnen bedoeld in deze onderafdeling moet tot een minimum herleid worden.

Om de ligging vast te stellen van het verticaal vlak of van het vlak, met een helling van 45° naar boven of naar onder t.o.v. het horizontale vlak, dat door gelijk welke van de geleiders van de elektrische energielijn gaat, wordt de geleider verondersteld zijn meest ongunstige posities aan te nemen.

b. Luchtlijnen met blanke geleiders op laagspanning van 1e categorie

b.1. Bovenkruising

Wanneer een elektrische energielijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» op laagspanning van de 1e categorie, een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, boven kruist bedraagt de

verticale afstand tussen de laagste geleider van de energielijn en de hoogste telecommunicatiedraad ten minste 50 cm.

De energiegeleiders mogen in de kruisende overspanning slechts mechanische lassen vertonen.

b.2. Onderkruising

Wanneer de elektrische energielijn een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onderkruist moet de verticale afstand tussen de hoogste geleider van de energielijn en de laagste telecommunicatiedraad zo groot mogelijk zijn, zonder minder dan 75 cm te bedragen.

b.3. Nabijheid of evenwijdigheid

Indien een van de draden van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, in de tweevlakshoek ligt, die als ribbe gelijk welke van de elektrische energiegeleiders en als vlakken het verticaal vlak en een, met 45° t.o.v. het horizontale vlak, naar onder hellend vlak heeft, moeten de elektrische energiegeleiders aangelegd worden zonder enige verbindingslas, splitlas of soldering in volle overspanning. Nochtans worden mechanische lassen geduld wanneer de totale lengte van de elektrische energielijn, aangelegd in de nabijheid van, of evenwijdig aan de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, de normale fabricatielengte van de geleiders overtreft.

In geen geval mag de afstand tussen de dichtst bij elkaar gelegen geleiders van de elektrische energielijn en van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1 m bedragen.

b.4. Nabijheid van een steun van de telecommunicatielijn

Wanneer een elektrische energielijn een telecommunicatielijn onderkruist of er mee evenwijdig is op zelfde hoogte of lager, dan mag de horizontale afstand tussen de meest nabijgelegen geleider van de elektrische energielijn en een steun van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, nooit kleiner zijn dan 1 m.

b.5. Gemeenschappelijke steunen

Tussen een elektrische energielijn «met blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» en een coaxiale kabel voor telecommunicatie moet de verankeringsafstand op gemeenschappelijke palen minstens 0,30 m bedragen.

De aanleg van de coaxiale kabel moet zo gebeuren dat in de meest ongunstige voorwaarden de afstand tussen deze kabel en de elektrische energielijn nooit kleiner wordt dan 0,20 m.

c. Luchtlijnen voor laagspanning van 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van de onderafdelingen *7.1.3.2.* of *7.1.3.3.*

Tussen luchtlijnen voor laagspanning van 1e categorie die beantwoorden aan de voorschriften van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.2.* of van *punt a.* van *onderafdeling 7.1.3.3.* en coaxiale kabels voor telecommunicatie is er geen afstand na te leven.

d. Blanke geleiders op laagspanning van 2e categorie

d.1. Bovenkruising

De elektrische energielijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» op laagspanning, van de 2e categorie moet de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, bovenkruisen zonder las, splitlas of soldering op een verticale afstand van ten minste 1,5 m, en moet gemonteerd worden volgens één van de veiligheidsinrichtingen opgelegd voor hoogspanning in *punt b.* van *onderafdeling 7.1.6.4.*

d.2. Onderkruising

Wanneer het totstandbrengen van een bovenkruising voor de elektrische energielijn, in de voorwaarden, beschreven onder *punt d.1.*, ernstige moeilijkheden oplevert, mag de uitbater van de elektrische energielijn aan het Ministerie van Landsverdediging, aan het Ministerie van Openbare Werken, de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, aan de Belgische Spoorwegen, aan de Vergunde Spoorwegen of aan de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, machtiging vragen om een onderkruising volgens een afwijkende oplossing aan te brengen. Hij dient hierbij aan te geven welke voorzorgsmaatregelen hij denkt te treffen. Deze maatregelen moeten ten minste een even hoge graad van veiligheid bieden als verkregen zou worden bij het totstandbrengen van de hierna aangegeven inrichtingen:

- indien de kruisingshoek gelijk aan of groter dan 45° is, wordt de bescherming verkregen door twee **waakdraden** in fosforbrons of gelijkaardig metaal van ten minste 3,5 mm diameter met een trekvastheid van ten minste 500 N per mm^2.
- indien de kruisingshoek kleiner is dan 45°, wordt de diameter van de **waakdraden** tot ten minste 4

mm verhoogd; deze kabels moeten onderling om de 30 cm verbonden worden door middel van koperen of bronzen dwarsdraden met hoge geleidbaarheid, van ten minste 2 mm diameter.

- indien de breedte van de bundel energiegeleiders zodanig is dat de toepassing van bovenstaande regels leidt tot een afstand tussen de **waakdraden** van meer dan 80 cm, worden de beschermingsinrichtingen met één of meer tussenkabels aangevuld.

In de drie hierboven aangegeven gevallen worden de **waakdraden** in eenzelfde horizontaal vlak gespannen op ten minste 25 cm boven de hoogste elektrische energiegeleider en 10 tot 20 cm buiten de verticale vlakken die door de uiterste elektrische zijgeleiders gaan.

In geen geval mag de verticale afstand tussen de hoogste geleider onder spanning van de elektrische energielijn en de laagste geleider van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1,25 m bedragen.

d.3. Nabijheid of evenwijdigheid

In geval van nabijheid of evenwijdigheid van de energielijn van de beschouwde categorie en van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, moeten de energiegeleiders in beginsel aangelegd worden op gelijke hoogte van of hoger dan de telecommunicatiedraden.

Indien één van de draden van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, in de tweevlakshoek ligt die als ribbe gelijk welke van de energiegeleiders en, als vlakken het verticaal en het met 45° t.o.v. de horizon naar onderhellend vlak heeft, moeten de energiegeleiders aangelegd worden volgens één van de veiligheidsinrichtingen beschreven voor de hoogspanning in *punt b*. van *onderafdeling 7.1.6.4*.

Indien de geleiders van beide categorieën aan weerszijden van een weg aangelegd worden en één van de energiegeleiders beneden het vlak ligt, dat door gelijk welke van de draden van de telecommunicatielijn, bedoeld in dit deze onderafdeling, gaat en t.o.v. het horizontale vlak 45° naar onder helt, dan kan een net nodig zijn; maar elk geval wordt afzonderlijk onderzocht met inachtneming van alle plaatselijke omstandigheden namelijk de breedte van de gevolgde weg, de lengte van de overspanningen en de bochten.

In geen geval mag de afstand tussen de onder spanning staande geleider van de elektrische energielijn en de dichtst bijgelegen geleider van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, minder dan 1,50 m bedragen.

d.4. Nabijheid van de steun van een telecommunicatielijn

Wanneer de elektrische energielijn een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onderkruist of er mee evenwijdig is op zelfde hoogte of lager, dan mag de horizontale afstand tussen de meest nabijgelegen geleider van de elektrische energielijn en een steun van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, nooit kleiner dan 1 m zijn.

e. Hoogspanningslijnen met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders»

Hoogspanningslijnen met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» moeten, wat betreft de telecommunicatielijnen, bedoeld in deze onderafdeling, beantwoorden aan de voorschriften waaraan moet voldaan worden ten opzichte van private telecommunicatielijnen, voorgeschreven in *punt c*. van *onderafdeling 7.1.6.5*.

De te volgen voorschriften voor private telecommunicatielijnen, aangehaald in hetzelfde *punt c*. van *onderafdeling 7.1.6.5*, zijn niet van toepassing op de telecommunicatielijnen, bedoeld in deze onderafdeling.

f. Plaatsing van waakdraden en beschermingsnetten

De b **waakdraden** moeten ondersteund worden door metalen dwarsarmen, die bevestigd zijn op de draagijzers of op de palen die de energiegeleiders dragen of worden bevestigd op speciale steunen.

De verticale afstand tussen de **waakdraden** of de beschermingsnetten en de laagste draad van de telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, bedraagt ten minste 1 m. Indien dit voorschrift niet verenigbaar is met de bepaling die de minimumhoogte vaststelt die onder de energielijn moet vrij blijven, moet de telecommunicatielijn in de vereiste mate verhoogd worden.

De lengteontwikkeling van de **waakdraden** of de beschermingsnetten aan weerskanten van het kruisingspunt moet zo zijn dat een draad van een telecommunicatielijn, bedoeld in deze onderafdeling, onmogelijk met de energielijn in aanraking kan komen zonder eerst de beschermingsinrichting te treffen. Deze laatste wordt zorgvuldig aan beide uiteinden geaard. Daarenboven, indien de lengte 200 m

overtreft, moet ze van één of meer tussenaardingen voorzien worden, derwijze verdeeld dat de afstand tussen twee opeenvolgende aardingen gemiddeld 200 m niet overtreft.

Voor de lijnen ondersteund door houten palen of door aan gebouwen bevestigde draagijzers, moet de aarding van de **waakdraden** of beschermingsnetten geschieden door middel van een koperen, bronzen, verzinkt ijzeren of stalen geleider van ten minste 5 mm diameter. Deze geleider daalt langs de paal of langs de muur, waaraan het draagijzer bevestigd is, naar de plaats waar de aarding geschiedt en moet beschermd worden tot ten minste 2,50 m hoogte boven de grond. Deze bescherming mag evenwel achterwege gelaten worden, wanneer de bevestigingen van de aardingsgeleider op een hoogte van 2,50 m boven de grond, voldoende sterk en dicht bij elkaar gelegen zijn om het afrukken zonder gebruik van speciale middelen te bemoeilijken.

Indien de lijn op metalen of gewapend betonsteunen gemonteerd wordt, moet de aarding van de veiligheidsinrichtingen geschieden door middel van de steunen of draagijzers, die zelf zorgvuldig worden geaard.

Onderafdeling 7.1.6.8. Nabijheid van wegen of sporen

De domeinen die in deze onderafdeling beschouwd worden zijn:
- de grote land- of waterwegen;
- de sporen van een spoorweg met breedspoor;
- de sporen van een buurtspoorweg;
- de sporen van een tramweg;
- de sporen van een metro;
- de openluchtuitrusting voor trolleybussen.

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, bij besluit en ieder voor wat hem betreft, algemene voorschriften vaststellen betreffende:

- de kruising van deze domeinen;
- de doorgang door agglomeraties van hoogspanningsluchtlijnen – Gebruik in de langsrichting van grote land- en waterwegen;
- de luchtlijnen langs of over de sporen van een buurtspoorweg, de sporen van een tramweg, van een metro of de elektrische bovenleiding van een trolleybus;
- de luchtlijnen die langs de sporen van een spoorweg met breedspoor lopen of deze kruisen met of zonder gebruik van een kunstwerk.

Onderafdeling 7.1.6.9. Muurdoorgangen bij laagspanning

Voor de muurdoorgangen van laagspanningsluchtlijnen zijn de volgende voorschriften van toepassing, bijkomende aan die van *punt e.* van *onderafdeling 5.2.1.1.:*
- wanneer de elektrische leidingen buiten op isolatoren geplaatst worden moet het uiteinde van de buis voorzien worden van een pijp, uit porselein of gelijkwaardig materiaal, met evenveel gescheiden ingangen als er geleiders zijn; bovendien moet het water van de geleiders kunnen afdruipen aan de ingang van de pijp, tenzij de laatste op een hoger niveau wordt geplaatst dan de laatste isolator van de elektrische buitenleiding;
- bij blanke geleiders moeten de doorvoeren uitgevoerd worden door middel van doorvoerisolatoren of kokers in niet-hygroscopische isolerende stof. In dit laatste geval gebruikt men één koker per geleider en de asafstand is dezelfde als deze die aangenomen wordt voor de geleiders buiten de doorvoer.

Onderafdeling 7.1.6.10. Aardingen bij hoogspanning

De volgende gevallen wijken af van de algemene voorschriften:
- de aardverbinding bestemd voor het aarden van de ongenaakbare metalen delen geplaatst op niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen en die geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen bevatten, wordt uitgevoerd volgens *punt b.2.* van *onderafdeling 5.5.2.2.* De eisen gesteld inzake de maximale waarde van de aardingsweerstand, zoals bepaald in *punt b.2.* van *onderafdeling 4.2.5.2.*, zijn niet van toepassing in dit geval;
- het plaatsen van een aardingsonderbreker is niet vereist bij de aarding van steunen van hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen zijn geplaatst.

Afdeling 7.1.7. Controle van de installaties

Onderafdeling 7.1.7.1. Algemeenheden

De bijzondere voorschriften van deze afdeling vullen de algemene eisen van *Deel 6.* aan.

Onderafdeling 7.1.7.2. Gelijkvormigheidscontrole vóór de ingebruikname

In uitzondering op *punt b.* van *onderafdeling 6.4.5.3. is de* meting van R_E niet van toepassing in het geval van niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen geïnstalleerd zijn.

Onderafdeling 7.1.7.3. Controlebezoeken

a. Periodiciteit van de controlebezoeken bij laagspanning

Met betrekking tot de door de openbare netbeheerders beheerde luchtlijnen en de ondergrondse elektrische leidingen voor openbare elektriciteitsdistributie en voor openbare verlichting kan de Minister die Energie onder zijn bevoegdheid heeft het geheel of een deel van de genoemde lijnen aan de verplichting onderwerpen om het voorwerp uit te maken van een controlebezoek door een erkend organisme onder de voorwaarden die hij bepaalt na raadpleging van de betrokken beheerders van het openbaar net.

b. Controle van de aardingsinstallaties bij hoogspanning

In uitzondering op *onderafdeling 6.5.6.3.* zijn bepaalde metingen niet van toepassing:
- de meting van R_E en van Z_{EB} is niet van toepassing in het geval van steunen van luchtlijnen. Alleen Z_E wordt gemeten tijdens de controlebezoeken;
- de meting van R_E, Z_{EB}, Z_E is niet van toepassing in het geval van niet-metalen steunen van hoogspanningslijnen waarop geen toestellen voor spanningstransformatie of geen schakeltoestellen geïnstalleerd zijn.

Onderafdeling 7.1.7.4. Controlebezoek van sommige hoogspanningsluchtlijnen via infraroodthermografie

Elke hoogspanningsluchtlijn waarvan de nominale spanning tussen de fasen ten minste gelijk is aan 150 kV maakt het voorwerp uit van:

- een thermografische controlebezoek, ten laatste 12 maanden na het onder spanning stellen ervan;
- een thermografisch controlebezoek dat ten minste om de 5 jaar herhaald wordt.

De thermografische controlebezoeken worden uitgevoerd door een erkend organisme volgens de bepalingen van *hoofdstuk 6.3.*

De belastingtoestand van de aan de controle onderworpen lijn, moet tijdens de thermografische controle ten minste 20% bedragen van de nominale waarde van de stroom van de lijn.

De controle heeft betrekking op de volledige lijn om thermische anomalieën van de lijn te visualiseren.

Men verstaat onder thermische anomalie: De temperatuur op het meetpunt stemt niet overeen met wat men in normale omstandigheden zou verwachten.

De thermische anomalieën dienen eenduidig bepaald te worden. Elke thermische anomalie wordt bepaald:

- enerzijds voor de belasting op basis van de visualisatie bij de controle (minimum 20%);
- anderzijds voor de nominale belasting op basis van een extrapolatie (100%).

De Minister die de Energie onder zijn bevoegdheid heeft kan bij besluit vastleggen:

- sommige bijzondere voorschriften inzake het thermografisch controlebezoek;
- de verplichting om een thermografisch controlebezoek voor andere hoogspanningsluchtlijnen uit te voeren.

Na het controlebezoek moet een verslag opgesteld worden. Dit verslag bevat ten minste:

- de nodige elementen ter identificatie van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.;*
- de identiteit van de agent-bezoeker van het erkend organisme;
- het type van gebruikte apparatuur voor de controle;
- het type van controle: 1ste controle of periodieke controle;
- de datum van de controle;

- de lijst van de gecontroleerde luchtlijnen en hun belasting bij de controle;
- een beschrijving van bij de controle geconstateerde thermische anomalieën en hun lokalisatie. Het verslag vermeldt ook de extrapolatie van geconstateerde thermische anomalieën voor een nominale belasting.

Dit verslag van het controlebezoek wordt bewaard in het dossier van de elektrische installatie.

Een kopie van dit verslag wordt gedurende ten minste vijf jaar bewaard hetzij door het erkend organisme, hetzij door de bevoegde overheid die het genoemde controlebezoek heeft uitgevoerd.

Het verslag van het controlebezoek moet aan de eigenaar, beheerder of uitbater hetzij schriftelijk hetzij onder elektronische vorm worden overgemaakt.

Het verslag van het controlebezoek wordt door de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme getoond bij ieder verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar. Op verzoek van de met het toezicht belaste ambtenaar zijn de eigenaar, beheerder, uitbater of het erkend organisme ertoe gehouden om een kopie van dit document aan het bestuur te verstrekken.

Afdeling 7.1.8. Signalisatieborden bij hoogspanning

Onderafdeling 7.1.8.1. Verbodsborden

Elke steun van hoogspanningslijnen met blanke geleiders moet voorzien worden van een rond verbodsbord met rode rand en een rode diagonale streep en in het midden, op een witte achtergrond, een zwart symbool bestaande uit een streep die een onder spanning staand stuk voorstelt, een bliksem en een figuur van een man, conform de normen betreffende die borden.

Figuur 7.15. Verbodsbord

Voor de keuze van plaatsing en afmetingen van deze borden moet enerzijds rekening gehouden worden met de afmetingen van de steunen en anderzijds met de gebruikelijke afstand voor een behoorlijke waarneming.

In agglomeraties moeten in voldoende aantal bijkomende borden voorzien worden op sommige hoogspanningsinstallaties, zoals transformatieposten, met ten minste de vermelding van het volledig telefoonnummer van de verdelende onderneming en volgend opschrift:

«Draden niet aanraken, ook als zij op de grond liggen» of

«Ne pas toucher aux fils, même tombés à terre» of

«Das berühren der Drähte, auch der zu Boden gefallenen, ist verboten»,

dit rekening houdend met de voorschriften inzake taalgebruik in bestuurszaken.

Onderafdeling 7.1.8.2. Nummering van de steunen

Alle steunen van elektrische energielijnen op hoogspanning moeten genummerd zijn. De opschriften worden op zichtbare en duurzame wijze aangebracht.

Hoofdstuk 7.2. Werfinstallaties en buiteninstallaties op laagspanning en op zeer lage spanning

Afdeling 7.2.1. Toepassingsgebied

De algemene voorschriften van de andere delen van dit Boek zijn van toepassing op de bijzondere installaties en ruimten behandeld in dit *hoofdstuk 7.2.* De voorschriften van dit hoofdstuk vullen deze algemene eisen aan.

De bijzondere voorschriften van dit hoofdstuk zijn van toepassing op werfinstallaties en op buiteninstallaties, met uitzondering van de luchtlijnen, die in *Hoofdstuk 7.1.* worden behandeld.

Afdeling 7.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken

Onderafdeling 7.2.2.1. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door automatische onderbreking van de voeding

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door een automatische onderbreking van de voeding moet de absolute conventionele grensspanning U_L, gelijk aan 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel genomen worden.

Onderafdeling 7.2.2.2. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking door zeer lage veiligheidsspanning

Indien de bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking verzekerd wordt door zeer lage veiligheidsspanning, is de maximumwaarde van de spanning 25 V wisselspanning, 36 V gelijkspanning met rimpel of 60 V gelijkspanning zonder rimpel.

Afdeling 7.2.3. Keuze en ingebruikname van elektrisch materieel

Onderafdeling 7.2.3.1. Voorwaarden van uitwendige invloeden

De elektrische buiteninstallaties en werfinstallaties, met uitzondering van deze op kaaien en pieren, zijn gekenmerkt door volgende uitwendige invloeden:
- toestand van het menselijk lichaam: BB2;
- aanwezigheid van water AD2 tot AD4;
- contact met de aardpotentiaal: BC3.

Onderafdeling 7.2.3.2. Elektrische leidingen

De elektrische snoeren bezitten een vergrote mechanische weerstand en een bijkomende isolatie en zijn geklasseerd hetzij als elektrische leiding van de klasse II hetzij als elektrische leiding met een veiligheid gelijk aan deze van de klasse II (zie *onderafdeling 2.7.1.2.*).

Onderafdeling 7.2.3.3. Elektrisch materieel

a. Schakel- en verdeelborden voor werven

Aan de oorsprong van elke werfinstallatie moet een geheel opgesteld worden die een algemeen bedieningstoestel en de hoofdbeschermingsinrichtingen bevat. De scheidings- en beschermingsinrichting van de verdeelstroombanen moeten worden aangebracht in hetzelfde schakel- en verdeelbord of in afzonderlijke schakel- en verdeelborden.

De voeding van gebruiksapparaten gebeurt vanaf de schakel- en verdeelborden die, volgens de noden, het volgende bevatten:
- de onderbrekingsinrichtingen;
- de beschermingsinrichtingen tegen overstromen;
- de beschermingsinrichtingen tegen onrechtstreekse aanrakingen;
- de contactdozen.

De hiervoor vermelde schakel- en verdeelborden moeten voldoen aan de voorschriften van het *onderafdeling 5.3.6.1.*.

De voorziene schakel- en verdeelborden mogen gegroepeerd of afzonderlijk geplaatst worden.

De schakel- en verdeelborden moeten een voldoende stabiliteit hebben om de risico's van omvallen te vermijden.

Zij moeten gemakkelijk verplaatsbaar zijn. Indien hun gewicht en hun afmetingen het vereisen, moeten ze voorzien zijn van een handgreep of en hijsring.

b. Contactdozen voor werfinstallaties

De contactdozen moeten worden beschermd tegen mechanische beschadiging en geplaatst worden:
- hetzij aan de binnenzijde van schakel- en verdeelborden die geen enkel risico van omkanteling vertonen en die, indien nodig, gemakkelijk verplaatst kunnen worden;
- hetzij, indien noodzakelijk, op vaste steunpunten.

Hoofdstuk 7.3. Bescherming tegen explosiegevaar in explosieve atmosferen

Voor de specifieke regels voor explosiegevaar in explosieve atmosferen zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.102.* van het Boek 1 en *Hoofdstuk 7.1.* van het Boek 2 van toepassing.

Hoofdstuk 7.4. Geleidende afgesloten ruimten

Voor de specifieke regels voor geleidende afgesloten ruimten zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.6.* van het Boek 1 van toepassing.

Hoofdstuk 7.5. Industriële accumulatorbatterijen

Voor de specifieke regels voor industriële accumulatorbatterijen zijn de voorschriften van het *Hoofdstuk 7.103.* van het Boek 1 van toepassing.

Deel 8. Bijzondere voorschriften met betrekking tot bestaande elektrische installaties

HOOFDSTUK 8.1. INLEIDING 233
Afdeling 8.1.1. Definities 233
Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden 233
Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen 233
HOOFDSTUK 8.2. AFWIJKENDE BESCHIKKINGEN VOOR BESTAANDE ELEKTRISCHE INSTALLATIES 233
Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties 233
Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI 233
Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden 233
Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen 234

Hoofdstuk 8.1. Inleiding

Afdeling 8.1.1. Definities

Voor de toepassing van het *deel 8*, verstaat men onder:

Oud AREI: Algemeen Reglement op de Elektrische installaties, goedgekeurd bij de koninklijke besluiten van 10/03/1981 en 2/09/1981 en zijn wijzigingen.

Bestaande elektrische installatie: iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie waarvan de aanleg was aangevat voor xx xx xxxx en die (dat) niet het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidscontrole overeenkomstig *hoofdstuk 6.4.* van dit Boek.

Worden als bestaande elektrische installaties beschouwd:

- iedere oude elektrische installatie of elk gedeelte van een oude elektrische installatie, waarvan de aanleg was aangevat ten laatste op 1/01/1983 (in dit Boek "oude elektrische installatie" genoemd);
- iedere elektrische installatie of elk gedeelte van een elektrische installatie die (dat) het voorwerp heeft uitgemaakt van een gelijkvormigheidsonderzoek overeenkomstig het oud AREI (in dit Boek "elektrische installatie oud AREI" genoemd).

Afdeling 8.1.2. Bestaande elektrische installaties, die op basis van het oud AREI gecontroleerd werden

Als een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door het erkend organisme gecontroleerd werd, inbreuken op het oud AREI bevat, moet de eigenaar, de beheerder of de uitbater van de elektrische installatie deze inbreuken oplossen. De voorschriften van *onderafdeling 9.1.3.2.* zijn van toepassing.

Het eerste controlebezoek overeenkomstig *afdeling 6.5.2.* voor een bestaande elektrische installatie, die op basis van het oud AREI door een erkend organisme gecontroleerd werd, wordt uitgevoerd binnen de termijn die is voorgeschreven in het laatste verslag dat volgens de voorschriften van het oud AREI opgesteld werd.

Afdeling 8.1.3. Bijzondere beschikkingen

De Ministers die respectievelijk Energie en het welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk onder hun bevoegdheid hebben, kunnen, ieder wat hem betreft, bij besluit bijzondere voorschriften met betrekking tot oude elektrische installaties en elektrische installaties oud AREI bepalen.

Hoofdstuk 8.2. Afwijkende beschikkingen voor bestaande elektrische installaties

Afdeling 8.2.1. Oude elektrische installaties

Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk is van toepassing voor de bestaande gedeelten van oude niet-huishoudelijke installaties in deze ruimten.

Afdeling 8.2.2. Elektrische installaties oud AREI

Onderafdeling 8.2.2.1. Algemeenheden

De inbreuken met dit Boek in een elektrische installatie, die overeenkomstig het oud AREI was, worden als opgelost beschouwd:

- hetzij ze aangepast worden om aan de bepalingen van dit Boek te beantwoorden;
- hetzij ze het voorwerp van een in *onderafdeling 8.2.2.2.* bedoelde afwijking uitgemaakt hebben;
- hetzij er op basis van een risicoanalyse maatregelen genomen worden om de veiligheid van personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse wordt ter beschikking van het erkend organisme belast met het controlebezoek en de met het toezicht belaste ambtenaar gehouden. De referentie van het document wordt in het verslag van

het controlebezoek vermeld. Dit document maakt deel uit van het dossier van de elektrische installatie. Dit document vermeldt:
- de identificatie van de betrokken bestaande gedeelten van de elektrische installatie;
- de conclusie van de risicoanalyse;
- de verantwoording van de maatregelen om de veiligheid van de personen en goederen te garanderen.

De risicoanalyse, die door Titel 2 betreffende de elektrische installaties van boek III van de codex over het welzijn op het werk bedoeld wordt, kan aan de eis van de in 1ste alinea bedoelde risicoanalyse voldoen.

Onderafdeling 8.2.2.2. Afwijkende beschikkingen

De volgende afwijkende beschikkingen zijn van toepassing op de bestaande gedeelten van elektrische installaties oud AREI:

1. Conformiteit van het elektrisch materieel in de elektrische installatie

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 5.1.3.1.*, elektrisch materieel in een elektrische installatie, waaronder met name de elektrische leidingen, beschermingsinrichtingen, … dat geïnstalleerd was in overeenstemming met de voorschriften van het oud AREI en gebouwd was in overeenstemming de regels van goed vakmanschap op het ogenblik van zijn installatie, in dienst te laten. Het gebruikte elektrisch materieel is ofwel door zijn constructie ofwel door een bijkomende bescherming, aangepast aan de aanwezige en de redelijkerwijze te verwachten uitwendige invloeden en gebruiksomstandigheden. Er wordt rekening gehouden met de eventuele instructies van de fabrikant van het elektrisch materieel, met betrekking tot de installatie, het onderhoud en het veilig gebruik van dit materieel.

2. Schema en merken van stroombanen

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van de *afdelingen 3.1.2., 3.1.3. en 5.1.6.*, aan de volgende bepalingen voor niet-huishoudelijke elektrische installaties oud AREI te voldoen:

2.1. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema of een beschrijving die onder andere aangeeft:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- de aard en de samenstelling van de belangrijkste stroombanen;
- de plaats en de kenmerken van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de belangrijkste stroombanen.

Dit schema of deze beschrijving moet ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is tot het uitoefenen van toezicht of controle van deze installatie of er aan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen van de voornaamste stroombanen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van individuele aanduidingen waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Teneinde de identificatie van de kabels van een zichtbaar aangebrachte bundel toe te laten moet, indien dit noodzakelijk blijkt te zijn, gebruik gemaakt worden van aanduidingen die op regelmatige afstanden herhaald worden.

2.2. Bij hoogspanning

a. Principeschema of beschrijving

De elektrische installatie moet het voorwerp uitmaken van een principeschema en een beschrijving die onder andere aangeven:
- de spanningen en de aard van de stromen;
- het te verwachten kortsluitvermogen van het verdeelnet in zijn normale toestand, op de plaats

van de installatie;
- de aard en de samenstelling van de stroombanen;
- de kenmerken en regelingen van de inrichtingen die instaan voor veiligheidsonderbreking en scheiding van de stroombanen;
- de plaats van de aardverbindingen.

Dit schema en deze beschrijving moeten ter plaatse ter beschikking gehouden worden van iedereen die gemachtigd is om deze elektrische installatie na te zien, te controleren of eraan te werken.

b. Merken van stroombanen

De schakelaars en beschermingsinrichtingen moeten op een duidelijke en zichtbare wijze gemerkt worden door middel van aanduidingen uit duurzaam materiaal waardoor de identificatie van de stroombanen mogelijk wordt tenzij iedere mogelijkheid tot vergissen uitgesloten is.

De stroombanen moeten zo nodig derwijze uitgevoerd worden dat hun latere identificatie mogelijk is bij nazichten, proeven, herstellingen of omvormingen van de installatie.

Om hun identificatie toe te laten moet, bij een bundel zichtbaar aangebrachte kabels, indien dit noodzakelijk blijkt, gebruik gemaakt worden van vaste merktekens die op regelmatige afstanden aangebracht worden.

3. Veiligheidsslot

Het is toegelaten in afwijking van de voorschriften van *onderafdeling 4.2.2.2. punt b.*, de verlichtingspalen en de signalisatiepalen in dienst te laten:
- die uitgerust zijn met een slot dat niet als veiligheidsslot beschouwd wordt, en
- waarvan de actieve delen niet beschermd worden door een of meerdere inwendige schermen met een beschermingsgraad IPXX-B.

Deze afwijking is van toepassing voor de palen waarvan de installatie ter plaatse is aangevangen voor xx xx xxxx.

Deel 9. Algemene voorschriften door personen na te leven

HOOFDSTUK 9.1. PLICHTEN VAN DE EIGENAAR OF BEHEERDER 239
Afdeling 9.1.1. Algemeenheden 239
Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische hoogspanningsinstallaties 239
Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn 239
Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole 239
Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek 240
Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen 240
Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden 240
Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen 240
Afdeling 9.1.7. Ongevallen 241
HOOFDSTUK 9.2. TOEKENNING VAN DE CODIFICATIE BA4/BA5 241
HOOFDSTUK 9.3. WERKEN AAN ELEKTRISCHE INSTALLATIES 242
Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied 242
Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften 242
Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe 242
Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel 242
Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie 242
Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden 243
Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden 243
Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning 243
Afdeling 9.3.4. Werkprocedures 244
Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding 244
Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning 245
Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning 247
Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning 249
Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden 251
Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden 251
Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel 251
Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden 251
Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden 251
Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking 252
Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden 252
Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen 252
Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels ... 252
Onderafdeling 9.3.6.2. Kennisgeving van de uitvoering van een werk voor aanleg van lijnen of kabels 253
Onderafdeling 9.3.6.3. Uitvoeringswijzen van een werk voor aanleg van lijnen of kabels . 254
Onderafdeling 9.3.6.4. Controle van een werk voor aanleg van lijnen of kabels 255
Onderafdeling 9.3.6.5. Tijdelijke voorzorgen bij aanleg van lijnen of kabels 255
HOOFDSTUK 9.4. SIGNALISATIEBORDEN 255
Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties ... 255
Afdeling 9.4.2. Verbodsborden 255
Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden 256
Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden 256
HOOFDSTUK 9.5. VERBODSBEPALINGEN 256

Hoofdstuk 9.1. Plichten van de eigenaar of beheerder

Afdeling 9.1.1. Algemeenheden

De eigenaar, de beheerder van een elektrische installatie van een bedrijf dat personen, bedoeld in artikel 2 van de wet van 4 augustus 1996 betreffende het Welzijn van de werknemers bij de uitvoering van hun werk, tewerkstelt of degene die in zijn naam handelt, moet zorgen:

1. voor het onderhoud ervan;
2. voor het nemen van de nodige maatregelen opdat de schikkingen van onderhavig Boek altijd nageleefd zouden worden;
3. dat ingeval van werken aan onder spanning staande installaties, het noodzakelijke veiligheidsmaterieel ter beschikking staat van het personeel dat de werken uitvoert;
4. dat het personeel voor raadpleging ter beschikking heeft:
   a. een exemplaar van de tekst van onderhavig Boek;
   b. het dossier van de elektrische installatie, bevattende:
      - de schema's van de elektrische installatie waarvan sprake in *afdeling 3.1.2.*;
      - voor de laagspanningsschakel- en verdeelinrichtingen en de schakelinrichtingssystemen, de conformiteitsverklaringen;
      - het verslag van het gelijkvormigheidscontrole, het laatste en voorlaatste verslag van het controlebezoek van de elektrische installatie;
   c. geschreven instructies en consignes die hij moet geven ten einde zowel de veiligheid van het personeel als de redding ingeval van ongeval te waarborgen;
   d. de eventuele risicoanalyses.
5. dat een exemplaar van het huidig Boek alsook een kopie van de geschreven instructies en consignes in punt *4.c.* overhandigd worden aan elk van de bevoegde personen aangehaald in *hoofdstuk 9.3.*;
6. dat hij de zekerheid heeft dat de opzichters de reglementaire voorschriften en instructies die ze dienen na te leven of moeten doen naleven, kennen en begrijpen;
7. dat, op zorgvuldig gekozen plaatsen, een handleiding aangeplakt wordt betreffende het toedienen van de eerste zorgen ingeval van een ongeval te wijten aan elektriciteit;
8. dat onmiddellijk de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie gewaarschuwd wordt van elk ongeval waarvan personen het slachtoffer zijn en dat rechtstreeks of onrechtstreeks te wijten is aan de aanwezigheid van installaties die dienen voor de productie, de omzetting, de transmissie, de distributie of het gebruik van elektrische energie.

Afdeling 9.1.2. Routinebezoek van de elektrische hoogspanningsinstallaties

De uitbater van een hoogspanningsinstallatie, zijn gemachtigde of zijn verantwoordelijke onderzoekt of doet deze onderzoeken op een door hem te bepalen frequentie, teneinde te waken over het behoud van haar veiligheid.

De bezoeker moet zonder dralen de opdrachtgever op de hoogte brengen van de gebreken die hij vaststelt. De waarnemingen moeten met dit doel in een bijzonder register bijgehouden worden. Dit register moet ter beschikking gesteld worden van het erkend organisme of de bevoegde overheid, vermeld in *hoofdstuk 6.3.*, alsook van de agenten en functionarissen belast met de controle en het hoog toezicht van de installatie.

Afdeling 9.1.3. Installaties die bij een gelijkvormigheidscontrole of een controlebezoek in inbreuk zijn

Onderafdeling 9.1.3.1. Gelijkvormigheidscontrole

Geen enkele elektrische installatie of deel ervan waarvoor inbreuken tegenover dit Boek worden vastgesteld tijdens de gelijkvormigheidscontrole mag in gebruik worden genomen.

Voor het in *onderafdeling 6.4.7.3. 4de* alinea genoemde geval waarvoor de gelijkvormigheidscontrole werd uitgevoerd na de ingebruikname, moeten de werken, nodig om de tijdens gelijkvormigheidscontrole vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen moeten worden getroffen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Onderafdeling 9.1.3.2. Controlebezoek

De werken, nodig om de tijdens het controlebezoek vastgestelde inbreuken te doen verdwijnen, moeten zonder vertraging worden uitgevoerd en alle gepaste maatregelen worden genomen opdat, indien de installatie in dienst blijft, deze inbreuken geen gevaar vormen voor de personen of goederen.

Afdeling 9.1.4. Lokalisatie van ondergrondse elektrische leidingen

De eigenaar van een ondergrondse elektrische leiding moet te allen tijde de plannen van de ondergrondse leidingen ter beschikking hebben of moet hij bij ontstentenis hiervan de nodige aanduidingen kunnen geven om de plaats ervan te bepalen.

Binnen een termijn van 7 werkdagen, te rekenen vanaf de ontvangst van de aanvraag die hem in dat verband wordt toegestuurd, moet hij deze inlichtingen verstrekken aan om het even wie gemachtigd is om werken uit te voeren in de nabijheid van de kabel.

Afdeling 9.1.5. Document met uitwendige invloeden

De uitwendige invloeden alsook de ruimten waarin deze van toepassing zijn, worden bepaald op basis van gegevens verstrekt door de uitbater van de ruimten waarin de installatie zich bevindt.

Deze gegevens zijn aangebracht op het document van de uitwendige invloeden. Het document, in de vorm van plan, tabel of lijst, bepaalt op unieke wijze de uitwendige invloeden van de ruimten. In het geval dat er geen specifieke uitwendige invloeden in aanmerking zijn te nemen, zoals deze opgenomen in de hiernavolgende tabel van niet-specifieke uitwendige invloeden, bevestigt het document dit. Het document dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert het document voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen het document en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

De niet-specifieke uitwendige invloeden in de betrokken zones worden vermeld in *tabel 9.1.*

Tabel 9.1. Niet-specifieke uitwendige invloeden

Omgevingstemperatuur	**AA**	1	2	3			6	7	
Aanwezigheid van water	**AD**		2	3	4	5	6	7	8
Aanwezigheid van vreemde vaste lichamen	**AE**		2	3	4				
Aanwezigheid van corrosieve en vervuilende stoffen	**AF**		2	3	4				
Mechanische belastingen veroorzaakt door schokken	**AG**		2	3					
Mechanische belastingen veroorzaakt door trillingen	**AH**		2	3					
Aanwezigheid van flora en/of schimmelvorming	**AK**		2						
Aanwezigheid van fauna	**AL**		2						
Elektromagnetische, elektrostatische of ioniserende invloeden	**AM**		2	3	4	5	6		
Zonnestraling	**AN**		2						
Bekwaamheid van personen	**BA**		2	3	4	5			
Toestand van het menselijk lichaam	**BB**		2	3					
Aanraking van het aardpotentiaal door personen	**BC**				4				
Mogelijkheden van ontruiming van personen in noodgevallen	**BD**		2	3	4				
Aard van behandelde of opgeslagen goederen	**BE**		2	3	4				
Bouwmaterialen	**CA**		2						
Structuur van gebouwen	**CB**		2	3	4				

Noot: de niet-specifieke uitwendige invloeden zijn aangegeven door zwarte vakjes.

De uitbater van meerdere installaties van hetzelfde type of zijn afgevaardigde mag, per type installatie, een afzonderlijke lijst van niet-specifieke uitwendige invloeden samenstellen. De lijst dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en de uitvoering van de installatie. De vertegenwoordiger van het erkend organisme bedoeld in *hoofdstuk 6.3.* parafeert de lijst voor ontvangst bij de controle. De overeenstemming tussen de lijst en de installatie moet door de vertegenwoordiger van het erkend organisme worden nagekeken.

Afdeling 9.1.6. Zoneringsplannen

De specificaties voor de realisatie van de zoneringsplannen met betrekking tot explosiegevaar zijn beschreven in *hoofdstuk 7.3.*

Afdeling 9.1.7. Ongevallen

Onverminderd de voorschriften van *afdeling 9.1.3.* verwittigt de uitbater van de elektrische energielijn in de kortst mogelijke tijd de besturen, de concessiehouders van de waterwegen, de betrokken concessiehouders of houders van wegvergunningen van elke beschadiging die mogelijk de veiligheid van personen en goederen in het gedrang kan brengen, hetzij rechtstreeks, hetzij onrechtstreeks, door de desbetreffende lijn of door de stroom die ze vervoert.

Zijn in het bijzonder aangewezen om volgens het geval deze inlichtingen te ontvangen:
1. de kantonnier, de agent of wachter van de bevaarbare waterwegen of bij ontstentenis hiervan, de plaatselijke conducteur van Bruggen en Wegen wanneer het land- of waterwegen betreft, beheerd door de Staat;
2. de chef van het dichtst bij het ongeval gelegen station, wanneer het een kruising betreft met een spoorweg met breedspoor;
3. de stelplaatsoverste van de buurtspoorweglijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs een buurtspoorweglijn of deze kruist;
4. de uitbater van een tramlijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs de tramweg of deze kruist;
5. de uitbater van een trolleybuslijn, wanneer de elektrische energielijn opgericht is langs de elektrische uitrusting van de bovenleiding of deze kruist;
6. de sociale zetel van de betrokken regionale Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer;
7. de plaatselijke wegencommissaris wanneer gebruik gemaakt wordt van land- of waterwegen beheerd door een provincie;
8. het betrokken gemeentebestuur als er gebruik gemaakt wordt van wegen beheerd door de gemeenten;
9. in ieder geval de Algemene Directie Energie van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie.

Genoemde uitbater moet alle aanduidingen geven die moeten toelaten desgevallend de installaties toebehorend aan de betrokken besturen of vergunninghouders terug in orde te brengen (juiste plaats van het ongeval, juiste aard van de schade ...).

De kennisgeving van een ongeval of van de schade veroorzaakt door rechtstreeks of onrechtstreeks contact tussen een elektrische energielijn en een telecommunicatielijn van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, de spoorwegmaatschappijen met vergunning van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen of de betrokken Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer moet onder de volgende voorwaarden gebeuren.

De uitbater van een elektrische energielijn die in kennis gesteld wordt van een ongeval, teweeggebracht aan personen of van schade van redelijke omvang, teweeggebracht aan goederen ten gevolge van het bestaan van de elektrische energielijn, verwittigt de betrokken dienst langs de snelst mogelijke weg.

Deze verwittiging bepaalt zo nauwkeurig mogelijk en zonder er de verzending van te vertragen, de plaats waar het ongeval gebeurd is en de aard ervan.

Hoofdstuk 9.2. Toekenning van de codificatie BA4/BA5

De bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 wordt aan de werknemers toegekend door de werkgever. De reikwijdte van deze toekenning met betrekking tot de aard van de elektrische installaties of de aard van de werkzaamheden waarvoor deze bekwaamheid geldt, moet bepaald zijn.

Onverminderd de bepalingen van hoofdstuk VI van boek 3, titel 2 van de Codex over het welzijn op het werk betreffende de elektrische installaties op arbeidsplaatsen, houdt de werkgever bij de beoordeling van de bekwaamheid van personen en bij de toekenning van deze bekwaamheid ten minste rekening met:
- de kennis van de betrokken werknemer met betrekking tot de risico's die door de elektrische installaties geboden worden, opgedaan door opleiding of ervaring binnen of buiten de inrichting van de werkgever;
- de aard en de verscheidenheid van de elektrische installaties, zoals hoog- of laagspanning, netstelsels, aard van het toegepaste elektrisch materieel (bijvoorbeeld klassiek elektrisch materieel, ontploffingsveilig materieel),... waarvoor deze kennis geldt;
- de verscheidenheid aan activiteiten aan of nabij een elektrische installatie (werken onder spanning, in de nabijheid van onder spanning staande delen, werken buiten spanning, schakelwerkzaamheden

aan elektrische installaties, controle-, inspectie- en meetwerkzaamheden...) waarvoor deze kennis geldt.

Deze beoordeling van de bekwaamheid, met inbegrip van de omschrijving van de installaties en van de werkzaamheden waarvoor de beoordeling geldt, is traceerbaar.

De toekenning van de codificatie van de bekwaamheid van personen die gekenmerkt wordt door de code BA4 of BA5 aan een werknemer wordt door de werkgever vastgelegd in een document, dat, behalve de naam van de werknemer, duidelijk bepaalt voor welke werkzaamheden en voor welke elektrische installaties de bekwaamheid geldt (o.a. door een beschrijving van de toegelaten activiteiten, een beschrijving van de elektrische installaties waaraan of waar nabij mag gewerkt worden...), met de eventuele bijzondere beperkingen ervan, de geldigheidsduur en de eventuele voorwaarden voor het behouden van de bekwaamheid.

Onverminderd het codificeren van de bekwaamheid BA4/BA5 blijven de werkgevers, elk binnen hun bevoegdheid en op hun niveau, ertoe gehouden:
- ervoor te zorgen dat iedere betrokken persoon een voldoende en aangepaste opleiding en vorming ontvangt die speciaal gericht is op zijn werkpost of functie;
- de bekwaamheid van de betrokken personen op gebied van veiligheid en gezondheid in aanmerking te nemen wanneer zij hen met de uitvoering van een werkzaamheid aan of nabij een elektrische installatie belasten;
  te controleren of de verdeling van de taken op een zodanige wijze geschiedt dat de verschillende werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie worden uitgevoerd door personen die daartoe de vereiste bekwaamheid hebben of hebben behouden, en de vereiste vorming, opleiding en instructies hebben ontvangen.

Hoofdstuk 9.3. Werken aan elektrische installaties

Afdeling 9.3.1. Toepassingsgebied

Dit hoofdstuk:
- is van toepassing op alle werkzaamheden die aan, met of in de omgeving van elektrische installaties worden uitgevoerd;
- is niet van toepassing op personen die gebruik maken van elektrische installaties die zijn ontworpen en geïnstalleerd voor gebruik door personen gecodificeerd als BA1, BA2 of BA3, zoals bepaald in *afdeling 2.10.11*.

Afdeling 9.3.2. Algemene voorschriften

Onderafdeling 9.3.2.1. Basisprincipe

Alle werkzaamheden moeten voorafgegaan worden door een risicobeoordeling, die toelaat te bepalen hoe de werkzaamheden moeten voorbereid en uitgevoerd worden om de veiligheid te waarborgen.

Voor exploitatiewerkzaamheden of regelmatig weerkerende werkzaamheden die onder dezelfde omstandigheden verlopen volstaat een algemeen geschreven procedure gesteund op een risicobeoordeling.

Alle gebruikte collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (werktuigen, meetapparatuur...), moeten voor die aanwending geschikt zijn, in een behoorlijke gebruikstoestand zijn onderhouden en correct worden aangewend.

Indien nodig, moet tijdens de volledige duur van de werkzaamheden een aangepaste signalering worden aangebracht.

Er moet onverwijld verholpen worden aan gebreken die een onmiddellijk gevaar opleveren.

Onderafdeling 9.3.2.2. Personeel

Elke persoon die betrokken is bij werkzaamheden moet onderricht worden over de veiligheids- en de bedrijfsvoorschriften die op zijn werk van toepassing zijn. Deze moeten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden worden herhaald in geval van langdurige werkzaamheden of bij verandering van de werkomstandigheden.

Onderafdeling 9.3.2.3. Organisatie

Elke elektrische installatie moet onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke worden geplaatst.

Alle werkzaamheden moeten onder de verantwoordelijkheid staan van de werkverantwoordelijke.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke moeten in gemeenschappelijk akkoord schikkingen treffen om de veilige uitvoering van de werkzaamheden te waarborgen.

De werkverantwoordelijke en de installatieverantwoordelijke kunnen één en dezelfde persoon zijn.

De werkzone moet worden bepaald door de werkverantwoordelijke na overleg met de installatieverantwoordelijke. Een aangepaste werkruimte en de nodige toegangsmiddelen moeten worden voorzien.

Indien de risicobeoordeling de noodzaak er voor aantoont:
- moet de werkzone en/of de toegang tot de werkzone worden afgebakend;
- moet een schriftelijke voorbereiding van de werkzaamheden worden opgemaakt.

Alle nodige informatie, mondeling of schriftelijk of visueel, moet op een betrouwbare en ondubbelzinnige wijze worden overgebracht.

Om fouten bij een mondelinge overdracht van informatie te vermijden, moet de bestemmeling de informatie hoorbaar voor de verzender herhalen die op zijn beurt moet bevestigen dat zij goed ontvangen en begrepen werd.

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten en de elektrische installatie na de voltooiing van de werkzaamheden opnieuw onder spanning te brengen, mag niet worden gegeven door signalen die automatisch worden gestuurd noch door een voorafgaand akkoord over een welbepaald tijdsinterval.

Afdeling 9.3.3. Exploitatiewerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.3.1. Algemeenheden

De exploitatiewerkzaamheden zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke en moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen. De installatieverantwoordelijke moet, indien vereist, worden ingelicht wanneer de gebruikelijke exploitatiewerkzaamheden zijn voltooid.

De personen die exploitatiewerkzaamheden uitvoeren moeten de aangewezen voorzorgsmaatregelen treffen tegen elektriciteitsrisico's. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

In voorkomend geval moeten de regels voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

De meet- en testapparaten moeten vóór en, indien nodig, ook na hun gebruik op hun goede werking worden gecontroleerd.

Inspecties moeten worden uitgevoerd door vakbekwame personen (BA5) die ervaring hebben met het inspecteren van soortgelijke installaties. Inspecties moeten worden uitgevoerd met passende hulpmiddelen en zodanig dat gevaren worden voorkomen waarbij, indien nodig, rekening wordt gehouden met de beperkingen door de aanwezigheid van ongeïsoleerde actieve delen.

Wanneer proeven met behulp van een externe voedingsbron worden uitgevoerd, moeten de volgende voorzorgsmaatregelen worden getroffen om te verzekeren dat:
- de installatie van elke normale voedingsbron gescheiden is;
- de installatie door geen enkele andere voedingsbron kan worden hervoed;
- gedurende de volledige duur van de proeven de aangewezen veiligheidsmaatregelen worden getroffen om het aanwezige personeel tegen elektriciteitsgevaren te beschermen;
- de scheidingspunten afdoende zijn geïsoleerd om aan de gelijktijdige toepassing van de proefspanning enerzijds en de bedrijfsspanning anderzijds te weerstaan.

Onderafdeling 9.3.3.2. Bediening onder stroom en bediening onder spanning

a. Bij laagspanning

In de installaties op laagspanning van de 2e categorie is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor laagspanning van de 2e categorie wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde echter dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor laagspanning van de 2e categorie mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst van de fasen... door middel van een draagbaar toestel in laagspanning van de 2e categorie mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

b. Bij hoogspanning

In de installaties op hoogspanning is het verboden onder stroom staande smeltveiligheden te bedienen; uitzondering op deze regel mag worden gemaakt voor de smeltveiligheden die de spanningstransformatoren en de transformatoren met een vermogen van ten hoogste 10 kVA beschermen op voorwaarde dat voor deze laatste de laagspanningsstroombaan helemaal verbroken is vooraleer de primaire smeltveiligheden worden bediend.

Het bedienen van scheidingsschakelaars voor hoogspanning wordt enkel toegelaten voor het in- of uitschakelen van installaties waarvan het geïnstalleerd schijnbaar vermogen 100 kVA niet overschrijdt.

Dit voorschrift is evenwel niet van toepassing in geval van openluchtschakelaars van bovengenoemde lijnen die op afstand worden bediend en zijn voorzien van hoornen of ieder andere inrichting geschikt om grote stroomsterkten te onderbreken. Hetzelfde geldt wanneer de scheidingsschakelaars stroomonderbrekers bedienen die zijn voorzien van toestellen die de stroom beperken, op voorwaarde evenwel dat het personeel gedurende de bediening beschermd is.

Het bedienen, door rechtstreekse actie op actieve delen, van scheidingsschakelaars en smeltveiligheden voor hoogspanning mag slechts gebeuren mits gebruik van bedieningsmiddelen waarvan het geheel minstens twee isolerende elementen in serie bevat, die elk op zichzelf een voldoende isolatie bieden, geschikt voor de nominale spanning van het net. Een schakelstok met een equivalente isolatiegraad als het hiervoor genoemd geheel mag hiertoe worden gebruikt.

Het vaststellen van de aan- of afwezigheid van spanning, van de overeenkomst van de fasen,... door middel van een draagbaar toestel in hoogspanning mag slechts gebeuren indien het genoemd toestel een voldoende isolatie biedt, aangepast aan de nominale spanning van het net.

Wanneer het elektrisch materieel rechtstreeks door een hoogspanningsnet wordt gevoed, mag het bedienen of behandelen van dit materieel slechts worden toevertrouwd aan gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

Afdeling 9.3.4. Werkprocedures

Onderafdeling 9.3.4.1. Voorbereiding

a. Algemeenheden

De installatieverantwoordelijke of de werkverantwoordelijke vergewist zich er van dat de specifieke en gedetailleerde instructies werden meegedeeld vóór de aanvang van de werkzaamheden aan het personeel dat met de uitvoering van de werkzaamheden is belast. Hij vergewist er zich van dat deze instructies begrepen zijn en toegepast worden.

Vóór de aanvang van de werkzaamheden licht de werkverantwoordelijke de installatieverantwoordelijke in aangaande de aard, de plaats, de planning van de voorziene werkzaamheden en de gevolgen voor de elektrische installatie.
In geval van op voorhand geplande werkzaamheden, exploitatiewerkzaamheden uitgezonderd, gebeurt deze informatie schriftelijk.

Enkel de installatieverantwoordelijke mag toestemming verlenen om met de werkzaamheden aan te vangen. Die procedure moet eveneens worden bepaald in het geval van onderbreking.

In principe worden de werkzaamheden buiten spanning uitgevoerd.
Werken onder spanning mogen slechts uitgevoerd worden op voorwaarde dat aan de drie volgende voorwaarden voldaan wordt:
- dat de kenmerken van de elektrische installatie het toelaten; en

- dat een aangepaste werkmethode wordt toegepast; en
- dat de dienstnoodwendigheden zulks vereisen.

b. Inductie

Geleiders of geleidende delen in de buurt van geleiders onder spanning kunnen elektrische invloeden ondergaan. Onverminderd de voorschriften van de *onderafdelingen 9.3.4.2.* en *9.3.4.4.* moeten er specifieke voorzorgsmaatregelen worden getroffen bij de uitvoering van werkzaamheden op de vermelde geleiders of geleidende delen die aan inductie blootstaan:
- door aarding op passende tussenafstanden om zo de spanning tussen geleiders en aarde tot een veilig niveau terug te brengen;
- door potentiaalvereffening op de werkzone om zo de mogelijkheid te voorkomen dat personen zich in een inductielus begeven.

c. Atmosferische omstandigheden

Bij ongunstige atmosferische omstandigheden moeten beperkingen worden opgelegd. Indien dit noodzakelijk is om gevaar te voorkomen, moeten werkzaamheden aan installaties in de openlucht of aan een toestel dat direct is verbonden met een dergelijke installatie, bij het zien van bliksem of het horen van donder of wanneer er een onweersbui nadert, onmiddellijk worden gestaakt. Dit moet aan de installatieverantwoordelijke worden meegedeeld.

Wanneer het zicht op de werkzone slecht is, mogen er geen werkzaamheden worden begonnen of voortgezet.

Onderafdeling 9.3.4.2. Werkzaamheden buiten spanning

a. Essentiële voorschriften

Om zich te verzekeren dat de elektrische installatie in de werkzone buiten spanning is en blijft gedurende de duur van de werkzaamheden, moeten de volgende maatregelen worden toegepast:
- voorbereiden van de werkzaamheden;
- scheiden van de elektrische installatie;
- voorkomen van herinschakeling van de elektrische installatie;
- controleren van de spanningsafwezigheid;
- aarden, ontladen en kortsluiten;
- afbakenen en/of afschermen van de elektrische installatie;
- vrijgeven van de elektrische installatie.

b. Voorbereiden van de werkzaamheden

Het voorbereiden omvat de identificatie van de installatie waaraan moet worden gewerkt, alsmede de identificatie van de maatregelen die moeten worden getroffen om de veiligheid te waarborgen en de installatie vrij te geven.

c. Scheiden

Het gedeelte van de installatie waarop de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, moet van alle voedingsbronnen worden gescheiden volgens de voorschriften van *onderafdeling 5.3.3.1.*

d. Voorkomen van herinschakeling

d.1. Algemeenheden

Alle schakelinrichtingen die gebruikt werden om de elektrische installatie in de werkzone te scheiden, moeten tegen elke mogelijke herinschakeling worden beveiligd, bij voorkeur door vergrendeling van het bedieningsmechanisme. Indien een mechanische vergrendeling onmogelijk is, moeten andere maatregelen worden getroffen om een voortijdig onder spanning brengen te voorkomen. Indien voor het schakelen van de onderbrekingsinrichting een hulpenergiebron noodzakelijk is, moet deze voedingsbron buiten bedrijf worden gesteld.

d.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden. Deze verplichting geldt niet voor de automatische scheidingsystemen voorzien in *afdeling 5.3.3.*

d.3. Bij hoogspanning

Er moeten verbodsberichten worden aangebracht om elke ongeoorloofde schakeling te verbieden.

e. Controleren van de spanningsafwezigheid

De afwezigheid van spanning moet met de aangepaste uitrustingen worden nagegaan op alle actieve geleiders van de elektrische installatie binnen de werkzone of in de onmiddellijke nabijheid daarvan.

f. Aarden, ontladen en kortsluiten

f.1. Algemeen

Binnen de werkzone moeten alle gedeelten waarop werkzaamheden moeten worden uitgevoerd, geaard en vervolgens kortgesloten worden. De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten eerst aan het aardingspunt en vervolgens aan de te aarden actieve delen worden aangesloten.

De actieve delen van voormelde elektrische installatie die na de scheiding nog capacitieve ladingen vertonen, moeten met behulp van aangepaste apparatuur worden ontladen.

Installaties die eventueel na het onderbreken nog een restspanning kunnen vertonen mogen pas kort gesloten worden nadat deze restspanning totaal verdwenen is.

De aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moeten, telkens wanneer dit mogelijk is, vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Indien dat niet mogelijk is, moeten de aardingsverbindingen zo dicht als redelijkerwijs mogelijk bij de werkzone worden aangebracht.

Wanneer er tijdens de werkzaamheden geleiders moeten worden doorgesneden of aangesloten en indien er een risico van potentiaalverschillen op de installatie bestaat, dan moeten er vóór het doorsnijden of aarden van de geleiders aangepaste maatregelen binnen de werkzone worden getroffen, zoals overbruggen en/of aarden.

In al die gevallen moet men zich ervan vergewissen dat de inrichtingen en/of uitrustingen voor het aarden (aardingsscheider, kabels, klemmen...) aangepast zijn aan de voorziene kortsluitstroom.

De nodige voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen opdat de aardingen tijdens de duur van de werkzaamheden verzekerd blijven, uitgezonderd wanneer de aardingsverbindingen moeten verwijderd worden bij metingen of proeven die niet uitgevoerd kunnen worden met geïnstalleerde aardings- of kortsluitinrichtingen. In dit geval moeten bijkomende of alternatieve maatregelen genomen worden.

f.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

De in *f.1.* vermelde verplichting tot het aarden en kortsluiten van installaties op laagspanning en op zeer lage spanning binnen de werkzone is enkel verplicht wanneer het risico aanwezig is dat deze installatie ongewild spanning kan voeren, bijvoorbeeld:
- bij bovengrondse leidingen die gekruist worden door andere lijnen of die elektrisch worden beïnvloed;
- installaties die gevoed kunnen worden door noodstroombronnen.

f.3. Bij hoogspanning

In het geval van luchtlijnen uit blanke of gelijkgestelde geleiders moeten de aardingen en kortsluitingen zo dicht mogelijk aan weerszijden van de werkzone worden uitgevoerd op alle geleiders die de werkzone binnenkomen; minstens één van de aardings- en kortsluitinrichtingen of -uitrustingen moet vanuit de werkzone zichtbaar zijn. Op die regels gelden de volgende uitzonderingen:
- voor specifieke werkzaamheden, voor zover er tijdens de werkzaamheden geen onderbreking van de continuïteit van de geleiders is, is de installatie van slechts één aardings- en kortsluitinrichting in de werkzone toegelaten;
- wanneer het niet mogelijk is om de aardings- en kortsluitinrichtingen aan de grenzen van de werkzone visueel waar te nemen, moet een plaatselijke aardings- en kortsluitinrichting worden aangebracht.

Wanneer werkzaamheden op slechts één enkele geleider van een luchtlijn worden uitgevoerd, hoeft er geen kortsluiting binnen de werkzone te worden uitgevoerd wanneer aan de volgende voorwaarden is voldaan:
- alle scheidingspunten zijn overeenkomstig *f.1.* geaard en kortgesloten;
- de geleider waarop de werkzaamheden worden uitgevoerd en alle geleidende delen binnen de werkzone zijn elektrisch met elkaar verbonden en met behulp van aangepaste inrichtingen of uitrustingen geaard;
- de afstand tussen de geaarde geleider, de werkzone en de werknemer enerzijds en de overige geleiders van dezelfde elektrische installatie anderzijds bedraagt meer dan D_L (zie figuren in *afdeling 2.11.1.*).

In het geval van geïsoleerde luchtlijnen, kabels of andere geïsoleerde geleiders moeten de aardingen en kortsluitingen worden uitgevoerd op de blanke gedeelten van de scheidingspunten van de elektrische installatie, zo dicht mogelijk bij de werkzone en aan weerszijden ervan.

g. Afbakenen en/of afschermen

Wanneer delen van een elektrische installatie in de onmiddellijke omgeving van de werkzone onder spanning blijven dient men af te bakenen en/of af te schermen volgens de bepalingen van *onderafdeling 9.3.4.4.*

h. Vrijgeven

De toelating om de werkzaamheden aan te vatten, moet worden verleend door de installatieverantwoordelijke. De werkverantwoordelijke moet het personeel informeren dat ze de werken mogen aanvangen in het gedeelte dat wordt vrijgegeven.

De werkverantwoordelijke mag de uitvoerders pas toelating verlenen om de werkzaamheden aan te vatten nadat de maatregelen die onder de *punten b.* tot *g.* worden beschreven, volledig werden uitgevoerd.

i. Terug onder spanning brengen

Na het stopzetten of voltooien van de werkzaamheden en het uitvoeren van de vereiste controles, moeten de personen wier aanwezigheid niet langer vereist is, de werkzone verlaten. Alle arbeidsmiddelen, de signalering en de collectieve beschermingsmiddelen die tijdens de werkzaamheden werden gebruikt, moeten worden weggenomen indien niet noodzakelijk tijdens het eventuele verdere verloop van de werkzaamheden.

De maatregelen vermeld in de *punten c.* tot *g.*, die werden getroffen om de veiligheid tijdens de werkzaamheden te verzekeren dienen ongedaan gemaakt te worden.

Van zodra één van de maatregelen vermeld in deze onderafdeling die werden getroffen om de veiligheid van de elektrische installatie te verzekeren, ongedaan is gemaakt, mag dat gedeelte van de elektrische installatie niet langer beschouwd worden als een zone waar werkzaamheden buiten spanning kunnen uitgevoerd worden.

Het is pas wanneer de werkverantwoordelijke ervan verzekerd is dat de elektrische installatie klaar is om opnieuw op veilige wijze onder spanning te worden gebracht, dat hij de plicht heeft de installatieverantwoordelijke te melden dat de werkzaamheden zijn voltooid.

Pas vanaf dat ogenblik mag de procedure voor het herstel van de spanning worden ingezet.

De werkzaamheden om de installatie terug onder spanning te brengen gebeuren onder de verantwoordelijkheid van de installatieverantwoordelijke.

Onderafdeling 9.3.4.3. Werkzaamheden onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden onder spanning mogen enkel aangevat worden nadat voorafgaandelijk alle maatregelen ter voorkoming van brandwonden, brand en ontploffing werden getroffen.

Voor werkzaamheden onder spanning moeten er beschermingsmaatregelen worden getroffen om elektrische schokken en kortsluitingen te vermijden.

Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

b. Specifieke opleiding, vorming en kwalificatie

Enkel de personen die een specifieke opleiding en vorming gevolgd hebben mogen, na gunstige beoordeling van hun bekwaamheid, werkzaamheden onder spanning uitvoeren.

De vaardigheid tot onder spanning werken moet op peil worden gehouden hetzij in de praktijk, hetzij door extra- of permanente educatie.

c. Werkmethoden – Definities

c.1. Algemeenheden

Werkzaamheden op afstand > D_L: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon op een gegeven afstand van de blanke delen onder spanning blijft en zijn werk met behulp van aangepaste isolerende werkmiddelen uitvoert.

Werkzaamheden met contact: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon, van wie de handen elektrisch beschermd zijn door isolerende handschoenen en eventueel ook door isolerende armbeschermers, bij de uitvoering van zijn werk in rechtstreeks mechanisch contact is met de blanke delen onder spanning.

Werkzaamheden op hetzelfde potentiaal: methode voor het uitvoeren van werkzaamheden onder spanning waarbij de persoon in elektrisch contact met de actieve delen komt, na op hetzelfde potentiaal te zijn gebracht en geïsoleerd te zijn ten opzichte van zijn omgeving.

c.2. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

Voor wat betreft de definitie van «werkzaamheden met contact» sluit het gebruik van isolerende handschoenen het gebruik niet uit van isolerend of geïsoleerd handgereedschap en gepaste isolatie t.o.v. de omgeving.

c.3. Bij hoogspanning

De definitie van «werkzaamheden met contact» sluit de toepassing van de voorschriften in *onderafdeling 9.3.3.2.* niet uit.

d. Arbeidsmiddelen, collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen

Aanvullend op *onderafdeling 9.3.2.1.* moeten de karakteristieken, de aanwending, de opslag, het onderhoud, het vervoer en de controles van de arbeidsmiddelen en uitrustingen voor werkzaamheden onder spanning worden gespecificeerd.

e. Omgevingsomstandigheden

e.1. Algemeenheden

In het geval van ongunstige weersomstandigheden of omgevingsomstandigheden moeten de werkzaamheden onder spanning aan beperkingen worden onderworpen.

Wanneer de omstandigheden een stopzetting van de werkzaamheden vereisen, moet het personeel de installatie en de isolerende en geïsoleerde inrichtingen in beveiligde toestand achterlaten.

e.2. Bij hoogspanning

Vooraleer de werkzaamheden op hoogspanning worden hervat, moeten de gebruikte arbeidsmiddelen desgevallend volgens de instructies van de fabrikant worden behandeld.

f. Specifieke eisen voor installaties op zeer lage spanning

Werkzaamheden aan ZLVS-installaties (waarvan de spanning de waarden van de tabel van *4.2.2.1.h.* niet overschrijdt) mogen zonder beschermingsmaatregelen tegen rechtstreekse aanraking worden uitgevoerd. Gepaste maatregelen moeten genomen worden tegen risico's van kortsluitingen. In het geval van andere vormen van ZLS moeten de voorschriften van *punt g.* hieronder vermeld worden toegepast.

g. Bijkomende eisen voor installaties op laagspanning en op zeer lage spanning

Buiten de bijzondere voorschriften die voor specifieke installaties op laagspanning en op zeer lage spanning kunnen van kracht zijn, dienen de volgende algemene voorschriften, in functie van het risico, in acht te worden genomen:
- gebruik van gepaste collectieve beschermingsmiddelen;
- toepassen van bijkomende isolatie en/of aanwending van geïsoleerde gereedschappen;
- aanwending van individuele beschermingsmiddelen (handschoenen, gelaatsscherm).

h. Bijkomende eisen voor hoogspanningsinstallaties

Het onder spanning werken in hoogspanningsinstallaties is enkel toegestaan mits het in acht nemen van specifieke procedures.

Alle gekozen methoden en gereedschappen moeten worden gecontroleerd op hun geschiktheid voor de installatie waaraan wordt gewerkt. Diëlektrische en mechanische eigenschappen moeten worden gekozen aan de hand van hun specificatie of de desbetreffende norm, waarbij ook rekening wordt gehouden met de fysieke factoren van de werkzone.

Als de omvang van de werkzone de persoon aangeduid als werkverantwoordelijke niet toelaat een totale supervisie te verzekeren, moet hij een persoon aanduiden die hem helpt bij zijn werkzaamheden.

i. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden onder spanning zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:
- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bv. voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

j. Specifieke werkzaamheden onder spanning

Werkzaamheden zoals reiniging, besproeiing, of het verwijderen van ijsafzettingen op isolatoren moeten in specifieke werkinstructies worden omschreven. Dergelijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd door of gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen.

De reinigingswerkzaamheden onder spanning van elektrische installaties moeten worden uitgevoerd met naleving van de volgende voorschriften:
- de gebruikskenmerken van de arbeidsmiddelen, gebruikt bij de verstuiving van de reinigingsvloeistof (natte reiniging), alsook deze van de stofzuiginstallatie (droge reiniging) alsook deze van de vloeistof zelf worden bepaald door de nominale spanning U_n van de stroombanen waaraan wordt gewerkt;
- de gebruikskenmerken (isolatieniveau, kruipstroom, vochtigheid, doorslagspanning...) van de onder het eerste streepje vermelde arbeidsmiddelen moeten worden gestaafd aan de hand van een beproevingsverslag afgeleverd door een voor deze toepassing geaccrediteerd laboratorium;
- de afmetingen van zowel het spuitstuk (natte reiniging) als het opzuigstuk (droge reiniging) zijn zo gekozen dat tijdens de werkzaamheden hun handvatten nooit voorbij het initieel vlak van de (eventueel verwijderde) afschermingsinrichtingen van de actieve delen blijven;
- de reinigingsvloeistof is noch ontvlambaar noch schadelijk voor de werknemers;
- de reinigingswerkzaamheden mogen enkel uitgevoerd worden door een gewaarschuwde (BA4) of vakbekwaam (BA5) persoon in aanwezigheid van een andere vakbekwame persoon (BA5) zoals omschreven in *afdeling 2.10.11.* Deze personen hebben een praktijkgerichte opleiding genoten die op de aan deze werkzaamheden verbonden risico's is afgestemd;
- bij aanwezigheid van niet-afgeschermde borden (IP van minstens XX-A) onder spanning dient de met de reinigingswerkzaamheden belaste persoon een elektrische isolerende werkkledij te dragen;
- maatregelen moeten worden genomen opdat de reinigingsvloeistof zich niet met water kan verzadigen en opdat het condensatiewater niet kan worden weggeslingerd;
- de reinigingsvloeistof mag geen componenten bevatten die de isolatiematerialen van de elektrische apparatuur kunnen aantasten.

Onderafdeling 9.3.4.4. Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning

a. Algemeenheden

Werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning mogen, wanneer de nominale spanning meer dan die van de ZLS bedraagt, alleen worden uitgevoerd wanneer de genomen veiligheidsmaatregelen de zekerheid bieden dat de delen onder spanning niet kunnen worden aangeraakt of dat de zone onder spanning niet kan worden bereikt.

De waarden van de afstanden D_V, die de buitengrens van de nabijheidszone aangeven, zijn opgenomen in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.*

Om de elektrische risico's in de nabijheid van delen onder spanning te beheersen, moet de beveiliging worden verzekerd door middel van omhullingen, of door hindernissen. Wanneer deze maatregelen niet kunnen worden getroffen, moet de bescherming worden verzekerd door het behoud van een minimale werkafstand ten opzichte van de niet-geïsoleerde delen onder spanning die niet minder dan D_L mag bedragen en door, indien nodig, in een aangepast toezicht te voorzien.

Voordat met de werkzaamheden wordt begonnen, moet de werkverantwoordelijke het personeel, vooral zij die niet vertrouwd zijn met het werken in de nabijheid van actieve delen, instrueren over het aanhouden van veilige afstanden, over de getroffen veiligheidsmaatregelen en over de noodzaak van veiligheidsbewust gedrag. De grens van de werkplek moet nauwkeurig zijn aangegeven, en er moet aandacht worden geschonken aan bijzonderheden en ongewone omstandigheden.

Deze aanwijzingen moeten regelmatig of wanneer de werkomstandigheden zijn gewijzigd worden herhaald.

b. Beveiliging door middel van omhullingen of hindernissen

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd binnen de zone onder spanning, moeten ze van isolerend materiaal zijn en moeten de gepaste procedures voor hetzij werken buiten spanning, hetzij werken onder spanning worden toegepast.

Wanneer deze beschermingsinrichtingen worden geïnstalleerd buiten de zone onder spanning, moet hiervoor de procedure voor werken buiten spanning worden toegepast, ofwel gebruik gemaakt worden van middelen die verhinderen dat het personeel, dat de beschermingsmiddelen aanbrengt de zone onder spanning binnendringt, zo niet moeten de procedures voor werken onder spanning worden toegepast.

c. Bescherming door behoud van een veilige werkafstand

Wanneer de bescherming door behoud van een veilige werkafstand wordt gebruikt, moet deze werkmethode ten minste de volgende drie punten omvatten:
- de in acht te nemen afstand die niet minder dan D_L mag bedragen, daarbij rekening houdend met de aard van de werkzaamheden en de nominale spanning van de elektrische installatie;
- de te hanteren criteria voor de aanduiding van het personeel dat instaat om deze werkzaamheden uit te voeren;
- de procedures die tijdens de werkzaamheden moeten worden gevolgd om het binnendringen in de zone onder spanning te vermijden.

Indien nodig is een aangepast toezicht te voorzien.

d. Aanvullende voorschriften voor installaties in explosieve atmosferen

De werkzaamheden in de nabijheid van onder spanning staande actieve delen zijn verboden.

Een risicobeoordeling moet bepalen of een uitzondering kan worden toegestaan:
- voor werkzaamheden aan intrinsieke veilige stroombanen;
- binnen de werkzone wanneer door testen wordt gewaarborgd dat er geen explosiegevaar aanwezig is.

Het openen van toestellen (bij voorbeeld voor het vervangen van lampen, metingen…) is onderworpen aan de eisen opgelegd in de gebruiksaanwijzing van de fabrikant.

Alle werkzaamheden met warmteontwikkeling moeten het onderwerp uitmaken van een specifieke werkprocedure.

e. Niet-elektrische werkzaamheden uitgevoerd door niet-elektriciens

Bij niet-elektrische werkzaamheden, zoals:
- bouwwerken;
- stellingbouw;
- installatie en gebruik van hijstoestellen, bouwmachines, hoogwerkers en brandweerladders;
- installatiewerkzaamheden;
- transportwerkzaamheden;
- schilder- en renovatiewerkzaamheden;
- installatie van andere uitrustingen en bouwuitrustingen,

moeten de afstanden voorgeschreven in *tabel 2.22.* in *afdeling 2.11.1.* en in *onderafdeling 2.4.1.1.* m.b.t. het genaakbaarheidsgabarit nageleefd worden.

Bij de bepaling van de afstand moet rekening worden gehouden met:
- de spanning van het net;
- de aard van de werkzaamheden;
- de te gebruiken uitrustingen;
- het feit dat de betrokken personen gewone personen zijn.

In het geval van luchtlijnen moet men rekening houden met alle mogelijke bewegingen van de lijnen en met alle mogelijke verschuivingen, verplaatsingen, schommelingen, zwaai- of valbewegingen van de toestellen die voor de uitvoering van het werk worden gebruikt.

Afdeling 9.3.5. Onderhoudswerkzaamheden

Onderafdeling 9.3.5.1. Algemeenheden

Het doel van het onderhoud bestaat erin om de elektrische installatie in een goede werkingsstaat te houden. Het onderhoud kan bestaan uit een «preventief onderhoud» dat systematisch uitgevoerd wordt om defecten te voorkomen, of uit een «correctief onderhoud» dat uitgevoerd wordt om defecte onderdelen te herstellen of te vervangen.

Er bestaan twee types van onderhoudswerkzaamheden:
- werkzaamheden tijdens welke de veiligheid van het onderhoudspersoneel in gevaar komt, hetgeen de toepassing van de werkprocedure beschreven in *afdeling 9.3.4.* vereist;
- werkzaamheden waarbij het ontwerp van de uitrusting de mogelijkheid biedt om een veilig onderhoud uit te voeren volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.4.* (bijvoorbeeld, de vervanging van smeltveiligheden of lampen).

Onderafdeling 9.3.5.2. Personeel

Alle onderhoudswerkzaamheden moeten vóór hun uitvoering zijn onderworpen aan het akkoord van de installatieverantwoordelijke.

Wanneer er onderhoudswerkzaamheden op een elektrische installatie worden uitgevoerd:
- moet het betrokken gedeelte van de installatie duidelijk worden gedefinieerd;
- moet er een persoon als verantwoordelijke voor het onderhoud worden aangeduid.

Waar noodzakelijk moeten de voorschriften voor werkzaamheden buiten spanning, werkzaamheden onder spanning of werkzaamheden in de nabijheid van delen onder spanning worden toegepast.

Het onderhoudspersoneel dat de werken uitvoert moet uit gewaarschuwde (BA4) of vakbekwame (BA5) personen bestaan. Alle collectieve en persoonlijke beschermingsmiddelen, alsook alle arbeidsmiddelen (aangepaste werkkledij, meetapparaten...) moeten voor die aanwending geschikt zijn.

Alle veiligheidsmaatregelen moeten worden getroffen, met inbegrip van maatregelen die voor de bescherming van personen en goederen noodzakelijk zijn.

Onderafdeling 9.3.5.3. Herstellingswerkzaamheden

Herstellingswerkzaamheden kunnen ondermeer uit de volgende fases bestaan:
- het opsporen en lokaliseren van het defect;
- verhelpen van defecten en/of vervanging van componenten;
- opnieuw in dienst stellen van het herstelde gedeelte van de installatie.

Het kan nodig blijken om tijdens elke fase verschillende werkprocedures toe te passen.

Er moeten specifieke werkprocedures worden toegepast bij het opsporen en lokaliseren van defecten op een installatie onder spanning of via het toepassen van proefspanningen die gesteund zijn op de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Het verhelpen van defecten moet uitgevoerd worden in overeenstemming met de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

Er moeten aangepaste proefnemingen en regelingen worden uitgevoerd om te verzekeren dat de herstelde gedeelten van de installatie geschikt zijn om opnieuw onder spanning te worden gebracht.

Onderafdeling 9.3.5.4. Vervangingswerkzaamheden

a. Bij laagspanning en bij zeer lage spanning

a.1. Vervanging van smeltveiligheden

Normalerwijze moet de vervanging van smeltveiligheden buiten spanning worden uitgevoerd.

Indien smeltveiligheden zodanig bevestigd zijn dat personen beschermd zijn tegen rechtstreekse aanrakingen en dat kortsluitingen vermeden worden, kan de vervanging worden uitgevoerd door een gewone persoon en zonder de afwezigheid van spanning te verifiëren.

a.2. Vervanging van lampen en toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van lampen en demonteerbare toebehoren, (bijvoorbeeld starters) buiten spanning worden uitgevoerd.

De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

b. Bij hoogspanning

b.1. Vervanging van smeltveiligheden

De vervanging van smeltveiligheden moet buiten spanning worden uitgevoerd door een vakbekwame persoon (BA5), volgens de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.*

b.2. Vervanging van toebehoren

Normalerwijze moet de vervanging van demonteerbare toebehoren buiten spanning worden uitgevoerd, volgens de werkprocedures beschreven in *onderafdeling 9.3.5.3.* De vervanging van niet-demonteerbare toebehoren moet overeenkomstig de werkprocedures beschreven in *afdeling 9.3.4.* worden uitgevoerd. Men moet zich ervan vergewissen dat de gebruikte vervangingsdelen geschikt zijn om in de betrokken uitrustingen te worden aangewend.

Onderafdeling 9.3.5.5. Tijdelijke onderbreking

In het geval van een tijdelijke onderbreking van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als werkverantwoordelijke werd aangeduid, alle nodige maatregelen treffen om de toegang tot niet-geïsoleerde delen onder spanning te beletten en elke niet-geoorloofde schakeling op de elektrische installatie te voorkomen.

Indien nodig, moet de persoon die als verantwoordelijke voor de elektrische installatie werd aangeduid, hiervan in kennis worden gesteld.

Onderafdeling 9.3.5.6. Einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden

Aan het einde van de onderhouds- of herstellingswerkzaamheden moet de persoon die als verantwoordelijke voor het onderhoud werd aangeduid, de installatie opnieuw ter beschikking stellen van de persoon die als verantwoordelijke voor de installatie werd aangeduid en deze laatste via een bericht in kennis stellen van de toestand waarin zij zich bij de overdracht bevindt.

Afdeling 9.3.6. Bijzondere voorzorgsmaatregelen

Onderafdeling 9.3.6.1. Werken in de nabijheid van luchtlijnen en ondergrondse kabels

a. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheidszone van luchtlijnen

Werkzaamheden uitgevoerd in de nabijheidszone van een luchtlijn met «blanke of daarmee gelijkgestelde geleiders» zijn onderworpen aan de voorschriften van de *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en aan het verkrijgen van voorafgaandelijke schriftelijke machtiging van de beheerder van de lijn die de aanvrager inlicht omtrent de specifieke risico's en eventueel te nemen veiligheidsmaatregelen.

Daarenboven dient rekening gehouden te worden met de meest ongunstige stand van de lijn bij de bepaling van de nabijheidszone.

b. Te nemen voorzorgsmaatregelen bij werken in de nabijheid van ondergrondse elektrische kabels

b.1. Principe

Geen enkel grondwerk, bestrating of ander werk mag in de omgeving van een ondergrondse elektrische kabel uitgevoerd worden zonder voorafgaand de eigenaar van de grond, de overheid die de eventueel gebruikte openbare weg beheert en de beheerder van de kabel te raadplegen. Het al dan niet aanwezig zijn van merktekens, zoals voorzien in *punt d* van *onderafdeling 5.2.10.2.* en in *afdeling 9.1.4.*, geeft geen vrijstelling van deze raadpleging.

Afgezien van deze raadpleging mag met de uitvoering van een werk slechts begonnen worden na lokalisatie van de kabels.

b.2. Spoedgevallen

De schikkingen van *punt b.1.*, eerste lid, zijn niet van toepassing indien de bestendigheid van de dienst een dringende uitvoering van de werken vereist. Indien de raadpleging niet is kunnen doorgaan mag men de werken niet aanvatten alvorens de ligging van de kabels bepaald is.

b.3. Gebruik van machines en mechanisch gereedschap voor grondwerk

Zonder dat de aannemer en de beheerder van de kabel voorafgaand overeengekomen zijn over de in acht te nemen voorwaarden mag men geen gebruik maken van machines of mechanisch gereedschap in een zone tussen twee verticale vlakken op een afstand van 50 cm aan weerszijden van de kabel.

Onderafdeling 9.3.6.2. Kennisgeving van de uitvoering van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

De uitvoering van een werk tot aanleg, onderhoud, herstelling, vernieuwing of opruiming van elektrische energielijnen wordt afhankelijk gesteld van het bezorgen door de uitbater van de elektrische energielijn van een bericht met kracht van bewijs dat ten minste tien werkdagen op voorhand de aanvang van de werken meedeelt:

1. aan de bevoegde conducteur van Bruggen en Wegen, wanneer gebruik gemaakt wordt van door de Staat beheerde land- of waterwegen;
2. aan de sectieoverste van het betrokken baanvak, wanneer elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van een spoorweg met breedspoor;
3. aan de groepsoverste van de buurtspoorweglijn, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van een buurtspoorweg;
4. aan de uitbater van een tramweg, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de sporen van die tramweg;
5. aan de uitbater van een trolleybus, wanneer de elektrische energielijnen aangelegd worden langs of kruisend met de elektrische uitrusting van die trolleybus;
6. aan de sociale zetel van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer indien de energielijnen aangelegd worden langs hun installaties of deze kruisen;
7. aan de bevoegde wegencommissaris wanneer gebruik gemaakt wordt van door een provincie beheerde land- of waterwegen;
8. aan de betrokken gemeentebesturen, zowel wanneer gebruik gemaakt wordt van door de Staat, de provincies als door de gemeenten beheerde wegen;
9. aan de uitbaters van elektriciteits-, water- of gasdistributie, aan de concessiehoudende vennootschappen van waterwegen en aan de houders van wegvergunningen, wanneer de lijnen in de nabijheid van hun installaties liggen; een andere vorm van gemeenschappelijk overleg tussen de vergunninghouders mag deze verplichting mits gezamenlijk akkoord vervangen.

In de gevallen 2. en 3. mogen de werken echter pas na het verkrijgen van de machtiging van deze overste uitgevoerd worden.

Deze onderafdeling heeft geen betrekking op de werken die geenszins het verkeer kunnen hinderen of enige storing aan de bestaande installaties op of onder de weg kunnen veroorzaken.

Herstellingswerken, die werkelijk van dringende aard zijn, mogen zonder verwijl begonnen worden voor zover het nodige gedaan wordt om de betrokkenen vermeld onder 2. tot 6. te verwittigen. De eerstvolgende werkdag moet hiervan door een bericht, dat kracht van bewijs heeft, kennisgeving of bevestiging gegeven worden aan de belanghebbende vermeld onder 1. tot 9.

Kennisgeving van de uitvoering van een werk, dat schade kan veroorzaken aan, of storing verwekken in de werking van telecommunicatielijnen afhangende van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Belgische Spoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer of van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning, wordt in de vorm van een schriftelijk bericht opgemaakt om de aanvang van de werken minstens 10 werkdagen op voorhand kenbaar te maken.

Met dit bericht, dat kracht van bewijs heeft, wordt, naargelang het geval, ingelicht:

1. de bevoegde ambtenaar van het Ministerie van Landsverdediging;
2. de bevoegde ambtenaar van het Ministerie van Openbare Werken;
3. de betrokken dienst van de netten van de Regie van Telegrafie en Telefonie;
4. de sectieoverste van de betrokken spoorwegsectie;
5. de groepsoverste van de buurtspoorweglijn;
6. de overste van de Maatschappij voor Intergemeentelijk Vervoer.

Voor de herstellingswerken van uitzonderlijk dringende aard, mag de termijn van tien werkdagen verkort worden in de mate dat deze verkorting verenigbaar is met de noden van de dienst van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer of van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning.

De werken mogen echter slechts aangevat worden mits toelating van de vertegenwoordiger van de betrokken dienst.

Onderafdeling 9.3.6.3. Uitvoeringswijzen van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

De werken mogen uitgevoerd worden mits vrijwaring van de openbare veiligheid en volgens de regels van goed vakmanschap.

Elk begonnen werk wordt zo snel mogelijk voortgezet, zelfs 's nachts in geval van gerechtvaardigde dringendheid, op eenvoudig schriftelijk verzoek, uitgaande naargelang van het geval, van de afgevaardigde van het betrokken bestuur, van het Ministerie van Landsverdediging, van het Ministerie van Openbare Werken, van de operatoren van het openbaar telecommunicatienetwerk, van de Belgische Spoorwegen, van de Nationale Maatschappij van Buurtspoorwegen, van de Maatschappijen voor Intergemeentelijk Vervoer, van de Spoorwegmaatschappijen met vergunning, of van de betrokken, behoorlijk gemachtigde concessiehouder.

De werken moeten derwijze uitgevoerd worden, dat ze de normale werking van de openbare diensten niet in gevaar brengen en de schade of hinder voor het verkeer, de scheepvaart en de vrije waterafvoer tot een minimum herleiden.

Hieromtrent wordt uitdrukkelijk het volgende bepaald:

1. De sleuven moeten derwijze gegraven worden dat de uitgraving of het uitgegraven materiaal een zo klein mogelijke terreinoppervlakte inneemt. Bij sleuven dwars door een weg of door de aanhorigheden van een bevaarbare waterweg, geschiedt het graven, onmiddellijk gevolgd door aanvulling, in tweemaal zodat de weg of de trekweg op de helft van de breedte vrij blijft zolang de werken duren.

2. Naarmate de werken vorderen moeten de sleuven aangevuld worden in lagen van ten hoogste 10 cm dikte, die worden aangedamd om elke latere inzakking van de grond te voorkomen.

3. De uitgegraven grond en materialen, die niet opnieuw worden verwerkt, moeten zo snel mogelijk buiten de aanhorigheden van de weg of de bevaarbare waterweg gevoerd worden, overeenkomstig de voorschriften die zullen gegeven worden door de afgevaardigde van de overheid die het beheer van de gebruikte weg in zijn bevoegdheid heeft.

4. De gedeelten van de rijweg, voetpad of ieder ander kunstwerk, die opgebroken werden voor de uitvoering van de installaties, moeten in hun oorspronkelijke staat hersteld en opnieuw aangelegd worden met de opgebroken materialen voor zover deze tot wederverwerking geschikt worden bevonden. Alvorens die bouwstoffen opnieuw te gebruiken worden ze met zorg schoon gemaakt en zo nodig wordt het tekort aangevuld met nieuwe materialen van dezelfde soort, hoedanigheid en afmetingen als de opgebroken materialen.

   Bij bestrating moeten de keien desnoods herkapt worden. De te herstellen gedeelten van de wegverharding moeten derwijze uitgevoerd worden dat hun bovenvlak volkomen aansluit met dat van de aanliggende gedeelten. In het algemeen worden de bestratingen herlegd op een laag nieuwe zand van 10 cm dikte na aandamming en afgedekt met een 2 cm dikke laag nieuw zand.

5. Er moeten achtereenvolgende herstellingswerken uitgevoerd worden, nodig om de opgebroken gedeelten op hun normaal profiel te houden totdat de grond volkomen vast ligt.

   Bij gebruik van de land- of waterwegen worden de herstellingen, indien het bestuur het nuttig acht en nadat de uitbater van de elektrische energielijn werd gehoord, door de aannemer van het onderhoud van de land- of waterwegen uitgevoerd overeenkomstig de bepalingen en voorwaarden van zijn overeenkomst. De kosten van die werken worden hem door de uitbater van de elektrische energielijn betaald op voorlegging van de opmetings- en begrotingsstaat van de uitgevoerde werken, opgemaakt door de conducteur van Bruggen en Wegen van het gebied, de wegencommissaris of de conducteur van de werken van het betrokken gemeentebestuur. In dit geval wordt de uitbater van de elektrische energielijn er van verwittigd op welke dag de werken worden begonnen.

6. Het snoeien en vellen van bomen van het openbaar domein, nodig voor het aanleggen of behouden van een bovengrondse elektrische energielijn en waartoe door de bevoegde besturen machtiging verleend werd, moet volgens de door die besturen opgelegde modaliteiten uitgevoerd worden. De kosten vallen ten laste van de uitbater van de elektrische energielijn, van wie kan geëist worden dat hij eerst de voor het dekken van de kosten nodig geoordeelde som stort en die kan verplicht worden tot het betalen van een vergoeding.

   De betrokken bevoegde besturen mogen evenwel aan de uitbater van de elektrische energielijn toelating verlenen om onder hun toezicht en volgens hun aanduidingen het snoeien of het vellen zelf uit te voeren.

7. Ter hoogte van de land- en waterwegen moeten bouw- en stapelplaatsen overdag aangeduid en 's

nachts verlicht worden. De daartoe benuttigde aanduidingen en inrichtingen zijn deze voorgeschreven door het van kracht zijnde verkeersreglement.

Onderafdeling 9.3.6.4. Controle van een werk voor aanleg van lijnen of kabels

Wanneer het personeel belast met het toezicht over de elektrische installaties zulks van hem vordert, moet de uitbater van een elektrische energielijn, op eigen kosten, in bijzijn van de afgevaardigden van de betrokken besturen of van de behoorlijk gemachtigde concessiehouders, alle nodige maatregelen treffen voor het nazicht van de opgelegde voorwaarden of, indien deze afgevaardigden het vragen, kosteloos de instrumenten, waarmede zij zelf dat nazicht kunnen doen, te hunner beschikking stellen.

Onderafdeling 9.3.6.5. Tijdelijke voorzorgen bij aanleg van lijnen of kabels

Indien de aanwezigheid van een onder spanning zijnde elektrische energielijn in een openbaar domein een gevaar oplevert voor het uitvoeren van werkzaamheden, ondernomen in de nabijheidszone zoals gedefinieerd in *de afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* en/of wanneer het risico bestaat dat de nabijheidszone binnengedrongen wordt, is de beheerder van de elektrische energielijn er toe gehouden aangepaste maatregelen te nemen en/of voor te schrijven zoals:
- het tijdelijk wegnemen van de betrokken elektrische energielijn;
- het tijdelijk buiten spanning zetten van deze;
- het plaatsen van beveiligingsschermen;
- de toegang tot de zone onder spanning onmogelijk maken of laten maken;
- alle andere middelen die hij nodig acht.

Na het indienen van een gemotiveerde aanvraag aan de beheerder van de elektrische energielijn worden in gemeenschappelijk akkoord het tijdstip en de noodzakelijke duur voor de uitvoering van de werkzaamheden vastgelegd.

Hoofdstuk 9.4. Signalisatieborden

Afdeling 9.4.1. Waarschuwingsborden tegen de gevaren van elektrische installaties

Eén of meer waarschuwingsborden moeten aanduiden:
- de niet-gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de gesloten ruimten van de elektrische dienst;
- de elektrische installaties, machines, toestellen en leidingen op laagspanning en op zeer lage spanning die, buiten beide voormelde gevallen, niet volledig beschermd zijn tegen rechtstreekse aanraking;
- de elektrische schakel- en verdeelinrichtingen, machines, toestellen en leidingen op hoogspanning die zich in gewone ruimten bevinden.

Een dergelijk waarschuwingsbord is echter niet verplicht voor de elektrische boven- en ondergrondse lijnen en hun toebehoren.

De waarschuwingsborden moeten de vorm hebben van een op één zijde geplaatste gelijkzijdige driehoek. Zij zijn afgeboord met een zwarte band en dragen in het midden een zwart bliksemteken op een gele achtergrond conform de door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.1. Waarschuwingsbord

Afdeling 9.4.2. Verbodsborden

Een verbodsbord moet aangebracht worden op zekere elektrische toestellen, machines en leidingen waarvan de aanraking of de benadering gevaarlijk kan zijn of op de deuren die toegang verstrekken tot zulk materieel, zelfs indien een dergelijk gevaar niet onmiddellijk blijkt (bv. condensatoren die geladen blijven na de uitschakeling van het net, op afstand bediende installaties...).

De verbodsborden moeten rond zijn en bevatten op de boord en in diagonaal een rode band en in het midden op witte achtergrond het zwarte symbool bestaande uit een lijnstuk, dat een deel onder

spanning voorstelt, een bliksemteken en het schaduwbeeld van een mens, conform de desbetreffende door de Koning bekrachtigde of door het NBN geregistreerde normen.

Figuur 9.2. Verbodsbord

Voor wat betreft hoogspanningsluchtlijnen: zie ook onderafdeling *7.1.8.1.*

Afdeling 9.4.3. Inlichtingenborden

In de agglomeraties worden in voldoende aantal andere bijkomende borden voorzien op sommige hoogspanningsinstallaties, zoals de omvormingsposten, waarbij hun aanduiding ten minste het volledig telefoonnummer van de netbeheerder bevat.

Voor wat betreft hoogspanningsluchtlijnen: zie ook onderafdeling *7.1.8.2.*

Afdeling 9.4.4. Plaatsing en afmetingen van de signalisatieborden

De plaats en de afmetingen van deze borden moeten worden gekozen rekening houdend enerzijds met de afmetingen van de elektrische installaties, de machines, de toestellen en de leidingen waarop zij geplaatst worden en anderzijds met de afstand waarop zij gewoonlijk worden waargenomen.

Hoofdstuk 9.5. Verbodsbepalingen

Met uitzondering van de gevallen vermeld in *afdelingen 9.3.1.* tot *9.3.5.* is het verboden:
- de beveiliging tegen elektrische schokken bij rechtstreekse en onrechtstreekse aanraking weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen;
- de actieve delen onder spanning van het elektrisch materieel zonder reden aan te raken, met uitzondering voor het materieel werkend op een zeer lage veiligheidsspanning waarvan de spanning kleiner dan of gelijk is aan deze vermeld in *punt h.* van *onderafdeling 4.2.2.1.*;
- ieder systeem voor bescherming van de elektrische installatie weg te nemen, te beschadigen of te vernietigen.

Gezien om gevoegd te worden bij ons besluit van waarbij het Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanning en op zeer lage spanning, het Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en het Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie bindend worden verklaard.

Van Koningswege:
De Minister van Werk,

K. PEETERS

De Minister van Energie,

M.C. MARGHEM

ANNEXE 1. LIVRE 1. INSTALLATIONS À BASSE TENSION ET À TRÈS BASSE TENSION

Tension alternative ≤ 1000 V

Tension continue (non lisse et lisse) ≤ 1500 V

SOMMAIRE

ANNEXE 1. LIVRE 1. INSTALLATIONS À BASSE TENSION ET À TRÈS BASSE TENSION I
Aperçu des figures iii
Aperçu des tableaux vi
Partie 1. Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques 1
Chapitre 1.1. Introduction 3
Chapitre 1.2. Domaine d'application 3
Chapitre 1.3. Objectif 4
Chapitre 1.4. Principes fondamentaux 4
Chapitre 1.5. Limites des installations 5
Partie 2. Termes et définitions 7
Chapitre 2.1. Introduction 9
Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations 9
Chapitre 2.3. Tensions 14
Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques 15
Chapitre 2.5. Mises à la terre 22
Chapitre 2.6. Circuits électriques 24
Chapitre 2.7. Canalisations 26
Chapitre 2.8. Matériel 30
Chapitre 2.9. Sectionnement et commande 30
Chapitre 2.10. Influences externes 31
Chapitre 2.11. Travaux et vérification 36
Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques 39
Chapitre 2.13. Symboles graphiques 41
Partie 3. Détermination des caractéristiques générales des installations électriques 49
Chapitre 3.1. Généralités 51
Chapitre 3.2. Alimentation et structures 56
Chapitre 3.3. Compatibilité 58
Chapitre 3.4. Installations de sécurité 59
Chapitre 3.5. Installations critiques 59
Partie 4. Mesures de protection 61
Chapitre 4.1. Introduction 63
Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques 63
Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques 92
Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités 101
Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions 106
Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets 107
Partie 5. Choix et mise en œuvre du matériel 109
Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels 113
Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations 115
Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance) 140
Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles 161
Chapitre 5.5. Installations de sécurité 169
Chapitre 5.6. Installations critiques 177
Partie 6. Contrôles des installations 181
Chapitre 6.1. Introduction 183
Chapitre 6.2. Domaine d'application 183
Chapitre 6.3. Organismes agréés 183
Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage 187

Chapitre 6.5. Visites de contrôle 190
Partie 7. Règles pour les installations et emplacements spéciaux 195
Chapitre 7.1. Lieux contenant une baignoire ou une douche 199
Chapitre 7.2. Piscines 208
Chapitre 7.3. Saunas 213
Chapitre 7.4. Installations de chantiers et installations extérieures 215
Chapitre 7.6. Enceintes conductrices 217
Chapitre 7.8. Campings 218
Chapitre 7.9. Marinas 219
Chapitre 7.11. Installations foraines 220
Chapitre 7.100. Fontaines et autres bassins d'eaux 221
Chapitre 7.101. Véhicules ou remorques routières pendant leur stationnement 223
Chapitre 7.102. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive . 224
Chapitre 7.103. Batteries d'accumulateurs industriels 234
Chapitre 7.112. Installations photovoltaïques domestiques à basse tension (≤ 10 kVA) 238
Partie 8. Prescriptions particulières relatives aux installations électriques existantes .. 239
Chapitre 8.1. Introduction 241
Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques domestiques existantes 242
Chapitre 8.3. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques non-domestiques existantes 246
Chapitre 8.4. Visites de contrôle de certaines anciennes installations électriques existantes qui n'ont pas fait l'objet d'un examen de conformité à l'ancien RGIE 248
Partie 9. Prescriptions générales à observer par les personnes 253
Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant 255
Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5 258
Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques 258
Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation 267
Chapitre 9.5. Interdictions 268

Aperçu des figures

Figure 2.1. Schéma TN-S 11
Figure 2.2. Schéma TN-C 11
Figure 2.3. Schéma TN-C-S 12
Figure 2.4. Schéma TT 12
Figure 2.5. Schéma IT 13
Figure 2.6. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement 17
Figure 2.7. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel 17
Figure 2.8. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 18
Figure 2.9. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 18
Figure 2.10. Installation de mise à la terre 22
Figure 2.11. Mode de pose «bloc alvéolé» 27
Figure 2.12. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol» 28
Figure 2.13. Mode de pose «chemin de câbles» 28
Figure 2.14. Mode de pose «conduit» 28
Figure 2.15. Mode de pose «goulotte» 28
Figure 2.16. Mode de pose «corbeau» 29
Figure 2.17. Mode de pose «gouttière» 29
Figure 2.18. Mode de pose «moulure» 29
Figure 2.19. Mode de pose «plinthe rainurée (ou chambranle)» 29
Figure 2.20. Mode de pose «tablette» 29
Figure 2.21. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage 37
Figure 2.22. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant 38
Figure 2.23. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre 38
Figure 3.1. Exemple de schéma unifilaire 52
Figure 3.2. Exemple de plan de position 52
Figure 3.3. Schéma TN-C-S 57
Figure 3.4. Schéma TT 57
Figure 3.5. Schéma IT 58
Figure 4.1. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (1) 80
Figure 4.2. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (2) 80
Figure 4.3. Boucle de défaut dans un schéma TN-S 82
Figure 4.4. Boucle de défaut dans un schéma TN-C 82
Figure 4.5. Boucle de défaut dans un schéma TN-C-S 82
Figure 4.6. Boucle de défaut dans un schéma TT 84
Figures 4.7. Schéma IT (premier défaut) 85
Figure 4.8. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses interconnectées) 86
Figure 4.9. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses non interconnectées) 87
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes 118
Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement 118
Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique 118

Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux 118
Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Montage apparent 119
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Montage encastré 119
Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Plinthes 119
Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Chambranles 119
Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles 120
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux 120
Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte 120
Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière 120
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Gaines 120
Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés 121
Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés 121
Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés 121
Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés 121
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable 121
Figure 5.19. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles 121
Figure 5.20. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés 122
Figure 5.21. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les huisseries 122
Figure 5.22. Modes de pose des canalisations électriques – En encastrements directs, sans conduits 122
Figure 5.23. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les canalisations préfabriquées 122
Figure 5.24. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs 122
Figure 5.25. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau 123
Figure 5.26. Pose en encastrement sans conduit dans le béton ou le ciment 134
Figure 5.27. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux 134
Figure 5.28. Coupe schématique d'une saignée 134
Figure 5.29. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de fusibles 158
Figure 5.30. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit minimal) 158
Figure 5.31. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit présumé) 159
Figure 5.32. Schéma de principe de la prise de terre commune (cas visés au point c.1. 1er et 2ème alinéas) 164
Figure 5.33. Schéma de principe de la prise de terre commune (cas visé au point c.1. 3ème alinéa) 165
Figure 5.34. Principe d'une installation de sécurité 169
Figure 7.1. Baignoire 200
Figure 7.2. Baignoire avec paroi fixe 201
Figure 7.3. Douche 201
Figure 7.4. Douche avec paroi fixe 201
Figure 7.5. Douche sans cuvette 202
Figure 7.6. Douche sans cuvette, mais avec paroi fixe 202
Figure 7.7. Salle de bains: le volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte limitant le volume 2 203
Figure 7.8. Salle de bains: le volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte ne limitant pas le volume 2 203
Figure 7.9. Salle de bains: le volume 3 se limitant à l'intérieur de la salle de bains 203
Figure 7.10. Baignoire – Vue en élévation 204
Figure 7.11. Douche – Vue en élévation 204
Figure 7.12. Dimensions des volumes pour bassins de piscines et pédiluves 208
Figure 7.13. Piscines: dimensions des volumes pour bassins au-dessus du sol 209

Figure 7.14. Piscines: exemple de dimensions de volumes avec cloisons fixes d'au moins 2,5 m de hauteur (représentation plane) 209
Figure 7.15. Différents volumes des saunas – Vue en élévation 213
Figure 7.16. Différents volumes des saunas – Vue en plan 213
Figure 8.1. Signalisation de la présence de circuit d'une section inférieure à 1,5 mm^2 243
Figure 9.1. Panneau d'avertissement 267
Figure 9.2. Panneau d'interdiction 268

Aperçu des tableaux

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif 15
Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu 15
Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L 19
Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ 20
Tableau 2.5. Catégories d'influences externes 31
Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA) 31
Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières 31
Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD) 32
Tableau 2.9. Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE) 32
Tableau 2.10.Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 32
Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 33
Tableau 2.12. Influences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 33
Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 34
Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN) 34
Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA) 34
Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB) 35
Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 35
Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) ... 35
Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 36
Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA) 36
Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments 36
Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V 38
Tableau 2.23. Symboles graphiques 41
Tableau 4.1. Tension nominale maximale lors de l'emploi de la TBTS 65
Tableau 4.2. Distances minimales pour les emplacements de service et d'entretien 68
Tableau 4.3. Tension à vide maximale des appareils de soudage ou de découpage 71
Tableau 4.4. Dispositif de protection à courant différentiel: sentibilité des dispositifs de protection en fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre 89
Tableau 4.5. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher 93
Tableau 4.6. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 96
Tableau 4.7. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 97
Tableau 4.8. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu 97
Tableau 4.9. Temps maximal de retard du différentiel 99
Tableau 4.10. Lieux 100
visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa 100
Tableau 4.11. Calibre du dispositif de protection en fonction de la section des conducteurs 103
Tableau 5.1. Canalisations électriques pour lesquelles les conducteurs peuvent avoir une section inférieure à 2,5 mm^2 116
Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante 140
Tableau 5.3. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante 140
Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD) 140
Tableau 5.5. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 141

Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA) 142
Tableau 5.7. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB) 143
Tableau 5.8. Choix des machines et appareils électriques en fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 143
Tableau 5.9. Valeurs de k pour des conducteurs de protection 166
Tableau 5.10. Section minimale des conducteurs de protection pour laquelle la détermination par calcul de la valeur S_p n'est pas nécessaire 167
Tableau 6.1. Valeurs minimales de la résistance d'isolement 187
Tableau 7.1. Protection contre les contacts indirects: tension maximale en cas d'utilisation de la très basse tension de sécurité 205
Tableau 7.2. Degré de protection du matériel électrique dans les lieux contenant une baignoire ou une douche 205
Tableau 7.3. Lieux contenant une baignoire ou une douche: combinaisons des influences externes AD, BB et BC 206
Tableau 7.4. Protection contre les contacts indirects: tension maximale lors de l'utilisation de TBTS dans les différents volumes des piscines 210
Tableau 7.5. Degré de protection minimale du matériel électrique dans les différents volumes des piscines 210
Tableau 7.6. Piscines: combinaisons des influences externes AD, BB et BC 210
Tableau 8.1. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) – Section minimale et élement de calibrage 242
Tableau 8.2. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) – Section minimale et feuilles de normalisation 242
Tableau 8.3. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) – Grandeur de socle et section des conducteurs 243
Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques 257

Partie 1. Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques

CHAPITRE 1.1. INTRODUCTION 3

CHAPITRE 1.2. DOMAINE D'APPLICATION 3

Section 1.2.1. Régime général 3

Section 1.2.2. Exceptions 3

CHAPITRE 1.3. OBJECTIF 4

CHAPITRE 1.4. PRINCIPES FONDAMENTAUX 4

Section 1.4.1. Installations électriques 4

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale 4

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes 4

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien 4

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications 4

Section 1.4.2. Matériel électrique 4

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr 4

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications 5

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes 5

CHAPITRE 1.5. LIMITES DES INSTALLATIONS 5

Chapitre 1.1. Introduction

Le Livre 1 concerne les installations électriques à basse tension et à très basse tension.

Ce Livre est divisé en:
- Partie x.
- Chapitre x.x.
- Section x.x.x.
- Sous-section x.x.x.x.

On entend dans le présent Livre par:

Livre 2: livre concernant *les installations à haute tension*.

Livre 3: livre concernant *les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique*.

Chapitre 1.2. Domaine d'application

Section 1.2.1. Régime général

Les prescriptions faisant l'objet du présent Livre sont applicables:
- à toutes les installations électriques à basse tension et à très basse tension servant à la production, à la transformation, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique pour autant que la fréquence nominale du courant ne dépasse pas 10.000 Hz;
- aux câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande (à l'exception de circuits internes des machines et appareils électriques) dans le cas de mesures préventives contre l'incendie telles que mentionnées aux *sections 4.3.3., 5.2.7.* et *5.5.6.;*
- au choix et à la mise en œuvre d'appareils fixes dans les installations d'informatique, dans les installations de traitement de données, dans les installations à très basse tension qui tombent sous la Loi réglementant la sécurité privée et particulière (détection intrusion, détection incendie et caméras de surveillance) et à tout autre système de transmission de données, et ceci en ce qui concerne les influences externes visées au *chapitre 2.10.*

Les appareils d'utilisation à haute tension, alimentés à partir d'un réseau à basse tension et dont la puissance de la partie haute tension n'excède pas 500 VA sont considérés comme appartenant à l'installation à basse tension, de sorte que les dispositions en vigueur pour les installations à basse tension et à très basse tension leur sont également applicables. Toutefois pour les lampes à décharges des enseignes lumineuses, la limite de 500 VA est réduite à 200 VA.

Section 1.2.2. Exceptions

Les prescriptions de ce livre ne s'appliquent pas:
- aux installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux, ainsi qu'à leurs installations auxiliaires (éclairage, chauffage…), y compris le raccordement à ce réseau et les installations de comptage associées;
- aux installations fixes qui servent à la traction électrique proprement dite des chemins de fer, des métros, des tramways et des trolleybus et à celles qui servent à l'équipement électrique de leur matériel roulant. Ne sont pas considérées comme installations servant à la traction proprement dite: les centrales, les sous-stations et les lignes de transport d'énergie qui relient les centrales aux sous-stations de traction;
- aux installations créées ou exploitées par l'autorité militaire;
- aux installations de signalisation des Chemins de fer Belges;
- aux installations de télécommunications établies pour les besoins:
  a) des opérateurs du réseau public de télécommunication;
  b) de l'organisation défensive du pays ;
  c) des administrations et organismes d'intérêt public chargés, par l'Etat, de la gestion et de l'exploitation des installations servant à la grande voirie fluviale et routière, aux chemins de fer, aux tramways, à la navigation aérienne, maritime et fluviale;
- aux installations des navires de mer, bateaux de pêche et bateaux de navigation intérieure;
- aux installations des appareils de navigation aérienne, y compris les installations au sol y afférentes et appartenant à Belgocontrol, pour autant qu'elles ne soient pas installées en dehors des limites des aéroports sur des terrains appartenant à des tiers;
- à l'équipement électrique des véhicules automobiles (autos, motos, camions, matériel agricole, ...)

qui est nécessaire à leur circulation;
- aux installations souterraines et aux installations superficielles y assimilées qui font l'objet des lois et règlements en vigueur dans les mines, minières et carrières souterraines pour autant qu'il n'y ait pas de stipulation contraire;
- aux installations d'informatique, aux installations de traitement de données, aux installations de télétransmission des producteurs et des distributeurs d'électricité, aux installations à très basse tension qui tombent sous la Loi réglementant la sécurité privée et particulière (détection intrusion, détection incendie et caméras de surveillance) et à tout autre système de transmission de données. Ces installations et systèmes doivent toutefois répondre aux exigences des règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, des prescriptions spécifiques à leur égard;
- aux installations de télédistribution.

Chapitre 1.3. Objectif

Le présent Livre a pour objectif de définir des prescriptions relatives au choix du matériel, à la réalisation, à la protection, à l'utilisation et au contrôle des installations électriques à basse tension et à très basse tension afin d'en assurer un niveau minimum de sécurité.

Chapitre 1.4. Principes fondamentaux

Section 1.4.1. Installations électriques

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale

Les installations électriques sont, dans toutes leurs parties, conçues et réalisées en fonction de leur tension nominale.

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes

Les normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN dans les cas où elles existent et toutes dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent sont considérées comme des règles de l'art.

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien

Les installations électriques sont réalisées:
- avec du matériel électrique sûr,
- de manière conforme à leur destination,
- de manière à pouvoir être entretenues correctement dans toutes leurs parties constitutives,

et ce conformément aux dispositions du présent Livre et aux règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).
Les installations ainsi réalisées ne compromettent pas, en cas d'entretien correctement exécuté et en cas d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications des installations électriques sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Section 1.4.2. Matériel électrique

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr

Ne sont mis en œuvre dans une installation électrique que des machines, appareils et canalisations électriques sûrs, c'est-à-dire qui sont construits conformément aux règles de l'art et ne compromettent pas, en cas d'installation et d'entretien non défectueux et d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications du matériel électrique sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent rendre obligatoire par arrêté et chacun en ce qui le concerne, toute norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou toute disposition qui assure un niveau de sécurité au moins équivalent relative au matériel et à l'installation électriques.

Le matériel électrique doit au moins répondre aux critères repris à la *section 5.1.3*.

Chapitre 1.5. Limites des installations

Pour les installations alimentées par un réseau de distribution à basse tension, la limite d'exploitation entre le gestionnaire de réseau et l'utilisateur du réseau, comme déterminée dans le contrat de raccordement ou dans le règlement de raccordement, est considérée comme l'origine de l'installation électrique à basse tension.

Pour les installations qui ne sont pas alimentées par un réseau de distribution à basse tension, mais par un transformateur haute tension / basse tension, on considère que les bornes basse tension du transformateur correspondent à l'origine de l'installation électrique à basse tension.

Pour les installations alimentées par une source de courant autonome à basse tension, on considère que la source fait partie de l'installation électrique à basse tension.

Partie 2. Termes et définitions

CHAPITRE 2.1. INTRODUCTION 9

CHAPITRE 2.2. CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS 9

Section 2.2.1. Caractéristiques générales 9

Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux 9

Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre 10

Section 2.2.2. Grandeurs et unités 13

Section 2.2.3. Installations diverses 13

CHAPITRE 2.3. TENSIONS 14

Section 2.3.1. Termes généraux 14

Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif 15

Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu 15

CHAPITRE 2.4. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 15

Section 2.4.1. Termes généraux 15

Section 2.4.2. Isolations 20

Section 2.4.3. Classification des matériels en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques 21

CHAPITRE 2.5. MISES À LA TERRE 22

CHAPITRE 2.6. CIRCUITS ÉLECTRIQUES 24

Section 2.6.1. Termes généraux 24

Section 2.6.2. Courants 24

Section 2.6.3. Transformateurs 25

Section 2.6.4. Caractéristiques des dispositifs de protection 25

CHAPITRE 2.7. CANALISATIONS 26

Section 2.7.1. Termes généraux 26

Section 2.7.2. Modes de pose 27

CHAPITRE 2.8. MATÉRIEL 30

Section 2.8.1. Termes généraux 30

Section 2.8.2. Possibilités de déplacement 30

CHAPITRE 2.9. SECTIONNEMENT ET COMMANDE 30

CHAPITRE 2.10. INFLUENCES EXTERNES 31

Section 2.10.1. Généralités 31

Section 2.10.2. Température ambiante (AA) 31

Section 2.10.3. Présence d'eau (AD) 31

Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE) 32

Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 32

Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) 33

Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 33

Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 33

Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 33

Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN) 34

Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA) 34

Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB) 34

Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 35

Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) 35

Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 35
Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA) 36
Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB) 36
CHAPITRE 2.11. TRAVAUX ET VÉRIFICATION 36
Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques 36
Section 2.11.2. Vérification des installations électriques.....39
CHAPITRE 2.12. SCHEMAS, PLANS ET DOCUMENTS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES.....39
CHAPITRE 2.13. SYMBOLES GRAPHIQUES.....41

Chapitre 2.1. Introduction

Les définitions de différents termes techniques sont données dans cette partie dans la mesure où ces termes sont généraux.

Toutes ces définitions sont d'application dans la suite de ce Livre.

D'autres définitions, celles de termes qui sont d'application spécifique à une partie du Livre, sont reprises dans la partie concernée.

Sauf stipulations contraires, les indications relatives à la tension du présent Livre sont applicables au courant continu et au courant alternatif.

Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations

Section 2.2.1. Caractéristiques générales

Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux

Installation électrique: un ensemble constitué par des machines, appareils et canalisations électriques.

Unité d'habitation: une maison ou un appartement servant d'habitation à une ou plusieurs personnes vivant en famille ou en communauté.

Ensemble résidentiel: un ensemble d'unités d'habitation, de parties communes et de locaux techniques.

Parties communes d'un ensemble résidentiel: locaux d'un ensemble résidentiel autres que les unités d'habitation et que les locaux techniques; il s'agit entre autres de couloirs, des cages d'escalier, des jardins, des parkings,…

Locaux techniques d'un ensemble résidentiel: locaux spécifiques à la gestion technique de l'ensemble résidentiel tels que la chaufferie, la machinerie d'ascenseurs...

Unité d'installation: partie d'une installation électrique située en aval, soit du compteur électrique, soit du dispositif de protection de branchement, soit d'un moyen de production d'énergie électrique.

Installation électrique domestique (généralement appelée installation domestique)**:**
- soit une installation électrique composée d'une ou plusieurs unités d'installation qui alimentent une unité d'habitation ou les parties communes d'un ensemble résidentiel,
- soit un moyen de production d'énergie et l'installation électrique qui desservent une unité d'habitation ou les parties communes d'un ensemble résidentiel.

Installation fixe (appelée aussi installation permanente): installation qui ne répond ni à la définition d'une installation temporaire, ni à la définition d'une installation mobile ou transportable.

Installation temporaire: installation qui a seulement une durée limitée comme:
- soit une installation destinée à des aménagements de durée limitée, sortant du domaine d'application prévu des lieux soit une installation se répétant régulièrement (par exemple, installations foraines visées au *chapitre 7.11.*);
- soit une installation destinée à l'exécution de travaux de construction de bâtiments et analogues (par exemple, installations de chantiers visées au *chapitre 7.4.*).

Installation mobile ou transportable: installation qui peut être déplacée, hors ou sous tension, soit par ses propres moyens soit par l'utilisateur (par exemple, véhicules ou remorques routières visés au *chapitre 7.101.*, conteneurs ou cabines installés sur chantier …).

Local: un lieu couvert délimité par des cloisons, à savoir par un sol, des parois et un plafond jointifs; ces cloisons sont pleines ou ne présentent que des ouvertures qui ne permettent pas le passage d'un long fil rectiligne de 1 mm de diamètre.

Emplacement: un lieu non nécessairement couvert et non nécessairement délimité par des cloisons ou par des clôtures.

Emplacement clôturé: un lieu non nécessairement couvert délimité soit par une ou des cloisons, soit par un ou des obstacles servant à enclore un espace.

Lieu du service électrique: soit un local, soit un emplacement clôturé qui sert essentiellement ou exclusivement à l'exploitation des installations électriques.

Emplacements de service: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire pour l'exploitation des installations électriques (par exemple, surveillance, manœuvre, réglage, commande...).

Emplacements d'entretien: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire, principalement en vue de l'entretien normal des installations électriques (par exemple, remplacement de coupe-circuit à fusibles, maintien en bon état de fonctionnement...).

Ouverture fonctionnelle: ouverture qui rend possible la fonction que le local ou l'emplacement clôturé doit remplir; il s'agit notamment des portes d'accès, ouvertures d'aération, ouvertures de passage de canalisations, de dispositifs mécaniques de commande...

Lieu domestique: soit un local, soit un emplacement alimenté par une installation électrique domestique.

Lieu non-domestique: soit un local, soit un emplacement alimenté par une installation électrique non-domestique.

Lieu ordinaire: soit un local, soit un emplacement qui n'est pas un lieu du service électrique.

Fonctionnement normal: une situation où les installations électriques et non-électriques sont utilisées conformément à leurs paramètres de conception.

Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre

a. Généralités

Les schémas de mise à la terre pris en considération dans le cadre de ce Livre sont caractérisés chacun par un code constitué au minimum de deux lettres et éventuellement de trois ou quatre lettres:

- la première lettre donne la situation d'un point de l'alimentation par rapport à la terre:
  T: liaison directe d'un point avec la terre,
  I: soit isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre;
  soit liaison d'un point avec la terre à travers une impédance suffisamment élevée;
- la seconde lettre donne la situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre:
  T: masses reliées directement à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation;
  N: masses reliées au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre).
- les éventuelles troisième ou quatrième lettres, séparées des deux premières par un tiret, ainsi qu'éventuellement entre elles, donnent la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection:
  S: fonctions de neutre et de protection assurées par des conducteurs séparés;
  C: fonctions de neutre et de protection combinées en un seul conducteur (conducteur PEN).

b. Descriptions des schémas

Les types de schémas de mise à la terre suivants sont pris en considération dans le cadre de ce Livre:

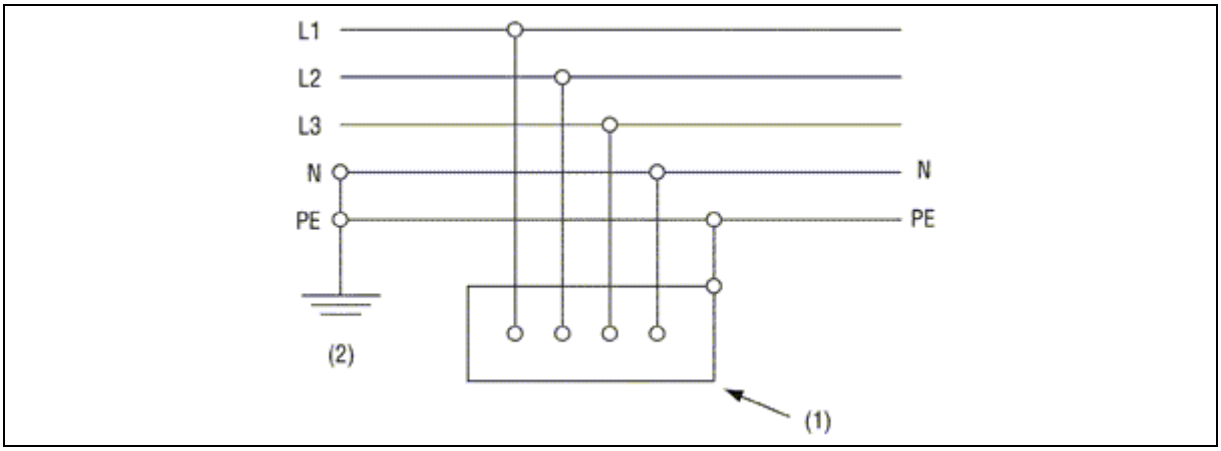
- les variantes TN-S, TN-C-S et TN-C du schéma TN;
- le schéma TT;
- le schéma IT.

b.1. Les variantes du schéma TN

Les schémas TN ont un point relié directement à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à ce point par des conducteurs de protection. Trois types de schémas TN sont pris en considération, suivant la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection, à savoir:

- le schéma TN-S: dans lequel le conducteur neutre et le conducteur de protection sont séparés dans l'ensemble du schéma.

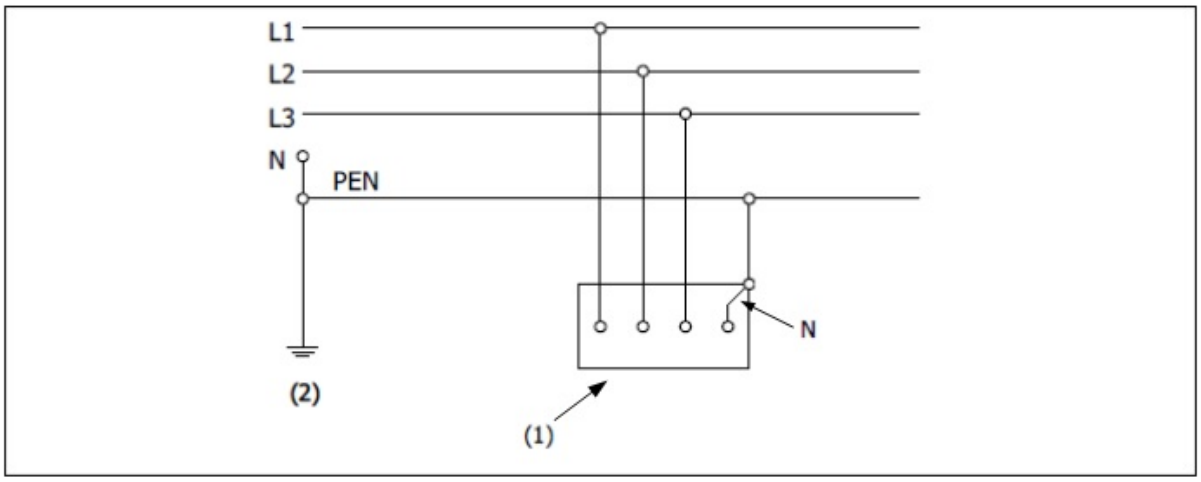
Figure 2.1. Schéma TN-S



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation

– le schéma TN-C: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.

Figure 2.2. Schéma TN-C

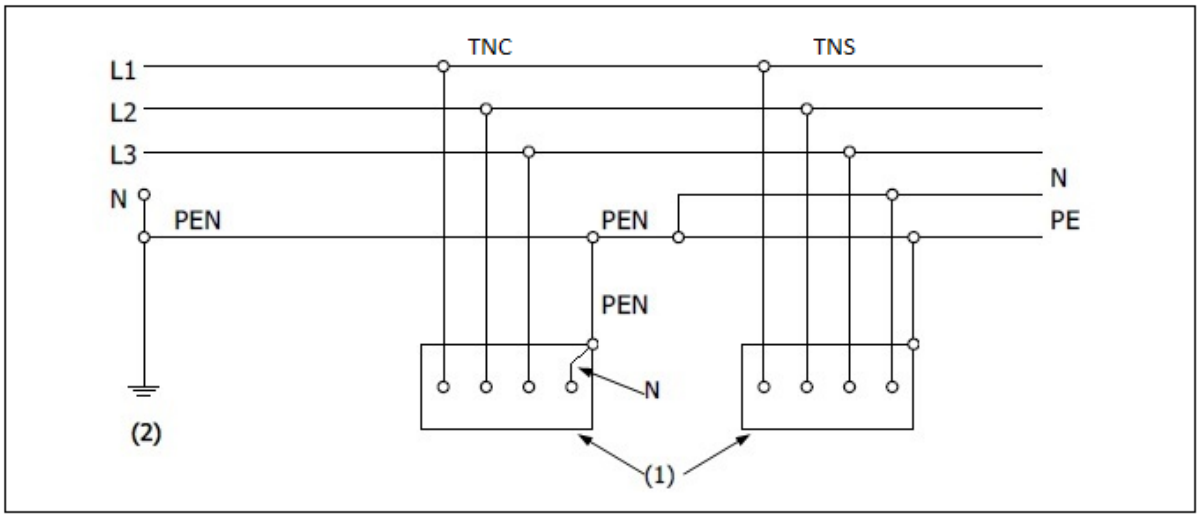


(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation

– le schéma TN-C-S: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un

seul conducteur dans une partie du schéma.

Figure 2.3. Schéma TN-C-S

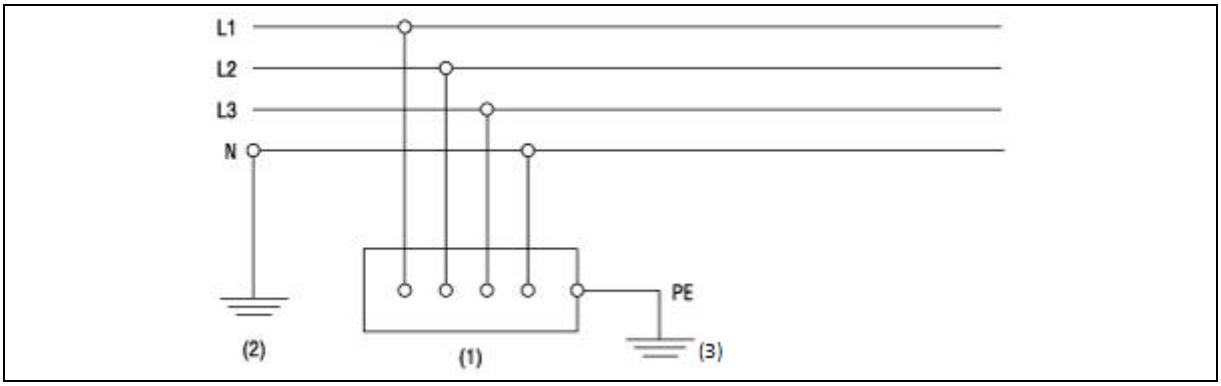


(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation

b.2. Le schéma TT

Le schéma TT a un point de l'alimentation relié directement à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à des prises de terre électriquement distinctes de la prise de terre de l'alimentation.

Figure 2.4. Schéma TT

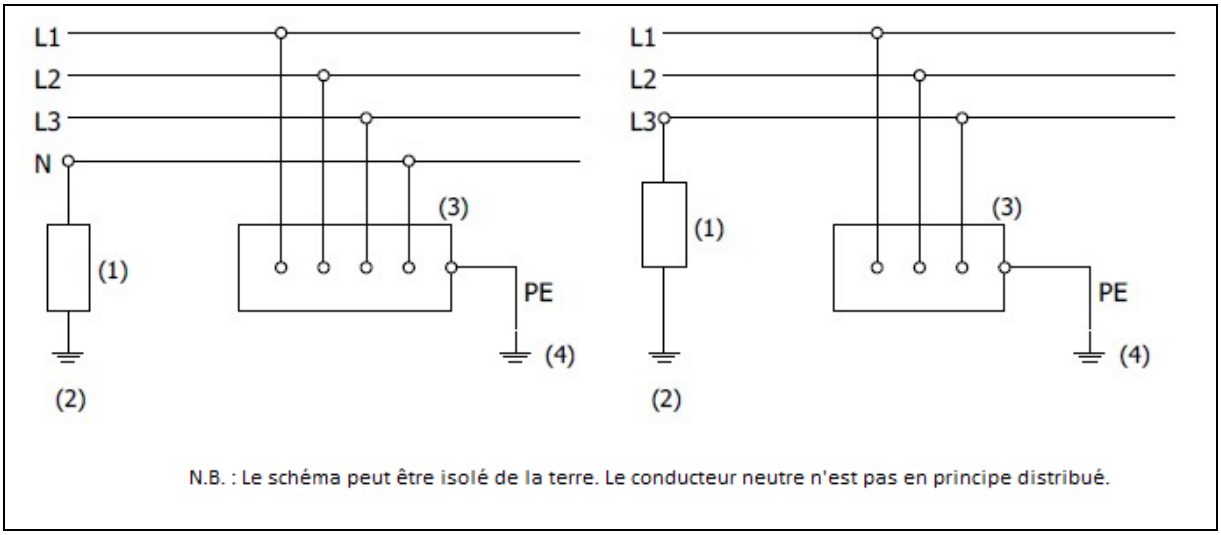


(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Prise de terre de la masse

b.3. Le schéma IT

Le schéma IT soit n'a aucun point de l'alimentation relié directement à la terre, soit a un point de l'alimentation relié à la terre à travers une impédance suffisamment élevée, les masses de l'installation électrique étant mises à la terre.

Figure 2.5. Schéma IT



(1) Impédance (installée ou non)
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Masse
(4) Prise de terre de la masse

Section 2.2.2. Grandeurs et unités

Sont applicables, dans ce Livre, les unités et symboles définis par l'arrêté royal du 4 octobre 1977 modifiant l'arrêté royal du 14 septembre 1970 portant mise en vigueur partielle de la loi du 16 juin 1970 sur les unités, étalons et instruments de mesure et fixant les unités de mesures légales et les étalons et les mesures nécessaires à la reproduction de ces unités.

Valeur nominale: valeur utilisée pour dénommer un matériel par une grandeur qui le caractérise (intensité, tension...). Cette grandeur est généralement voisine de la valeur assignée de ce matériel.

Valeur assignée: valeur d'une grandeur, fixée généralement par le constructeur pour un fonctionnement spécifié d'un composant d'un dispositif ou d'un matériel.

Valeur efficace: pour une grandeur dépendant du temps, il s'agit de la racine carrée positive de la valeur moyenne du carré de la grandeur sur l'intervalle du temps donné (nommée aussi valeur rms – *root mean square*).

Taux d'ondulation efficace d'un courant ou d'une tension: rapport de la valeur efficace de la composante périodique du courant ou de la tension à la valeur absolue de leur composante continue.

Intégrale de Joule: intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Section 2.2.3. Installations diverses

Consommateur de sécurité: équipement ou système qui, pour des raisons de sécurité des personnes, doit rester en service pendant une durée déterminée.

Installation de sécurité: installation électrique composée de l'alimentation de sécurité et du consommateur de sécurité.

Alimentation de sécurité: alimentation prévue pour garantir le maintien de la fonction de consommateurs de sécurité. Elle est composée de la source de sécurité et du circuit de sécurité.

Source de sécurité: source électrique faisant partie de l'alimentation de sécurité.

Consommateur critique: équipement ou système pour lequel le maintien de la fonction est requis pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes.

Installation critique: installation électrique composée du consommateur critique, de son circuit et de sa source de remplacement éventuelle.

Source de remplacement: source électrique prévue pour garantir, pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes, l'alimentation d'une installation électrique ou des parties de celle-ci ou d'un appareil, en cas d'interruption de la source normale. Elle peut servir à alimenter des installations critiques.

Consommateur à sécurité positive: un consommateur dont la fonction de sécurité reste maintenue dans le temps en cas de perte de l'alimentation normale. Exemple d'un consommateur à sécurité positive: une porte coupe-feu maintenue par électroaimant en position ouverte et se fermant mécaniquement et automatiquement en cas de perte de l'alimentation.

Source normale: source électrique principale d'une installation électrique dans des conditions de fonctionnement normal.

Chapitre 2.3. Tensions

Section 2.3.1. Termes généraux

Tension nominale du matériel électrique: tension qui figure dans la désignation d'un matériel électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de ce matériel.

Tension nominale d'une installation électrique: tension qui figure dans la désignation d'une installation électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de cette installation. Cette valeur ne tient pas compte des surtensions transitoires dues, par exemple, à des manœuvres, ni des variations temporaires anormales de la tension dues, par exemple, à des défauts dans le réseau d'alimentation.

Tension périodique: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Tension alternative: tension périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, toute tension qui au cours de chaque période change de signe.

Tension continue: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à chaque instant ou tension périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Tension continue non lisse: tension dont le taux d'ondulation efficace est supérieur à 0,1.

Tension continue lisse: tension dont le taux d'ondulation efficace est inférieur ou égal à 0,1; toutefois, la valeur efficace maximale de la composante périodique est fixée à:
- 3 V pour les tensions continues inférieures ou égales à 30 V;
- 6 V pour les tensions continues supérieures à 30 V et inférieures ou égales à 60 V;
- 12 V pour les tensions continues supérieures à 60 V et inférieures ou égales à 120 V.

Basse tension (BT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Très basse tension (TBT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Très basse tension de sécurité (TBTS): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales, et
- dans des conditions de défauts, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *section 2.4.1*.

Très basse tension de protection (TBTP): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales, et
- dans des conditions de défauts, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *section 2.4.1*.

La TBTP diffère de la TBTS par le fait qu'un point du circuit à TBTP peut être relié à la terre.

Très basse tension fonctionnelle (TBTF): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *section 2.4.1*.

Séparation de protection en TBT et BT: une séparation entre les parties actives à TBT et BT ayant une tenue diélectrique équivalente à celle de la double isolation.

Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif

Pour les tensions alternatives, les tensions considérées sont exprimées en valeurs efficaces.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.1.*

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif

		Domaines de tension en courant alternatif (V)
Très basse tension		$U \leq 50$
Basse tension	1ère catégorie	$50 < U \leq 500$
	2e catégorie	$500 < U \leq 1000$
Haute tension	1ère catégorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e catégorie	$U > 50000$

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu

Les tensions continues sont exprimées en valeurs moyennes.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.2.*

Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu

		Domaines de tension (V)	
		en courant continu non lisse	***en courant continu lisse***
Très basse tension		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Basse tension	1ère catégorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e catégorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Haute tension		$U > 1500$	$U > 1500$

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques

Section 2.4.1. Termes généraux

Choc électrique: effet physiopathologique résultant du passage d'un courant électrique dans le corps humain.

Contacts directs: contacts des personnes avec les parties actives du matériel électrique.

Contacts indirects: contacts des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension.

Courant de choc: courant qui traverse le corps humain et qui provoque un choc électrique.

Conducteur actif: un conducteur affecté à la transmission de l'énergie électrique. Sont couverts par cette définition: le conducteur neutre en courant alternatif et le compensateur en courant continu, même si ces conducteurs sont utilisés comme conducteurs de protection.

Conducteur neutre: un conducteur actif relié au point neutre (N). Dans certains cas et dans des conditions spécifiées, le conducteur neutre peut remplir la fonction de conducteur de protection.

Conducteur PEN: un conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection.

Parties actives:

- les conducteurs et pièces conductrices du matériel électrique susceptibles de se trouver sous tension en service normal ainsi que les pièces conductrices raccordées directement au conducteur neutre en courant alternatif ou au compensateur en courant continu, le conducteur PEN n'étant pas considéré, par convention, comme partie active;

- les pièces de certaines machines ou appareils électriques (faisant par exemple l'objet de mesures d'antiparasitage) si des règles particulières les concernant le prévoient ou si les conditions d'installation et d'emploi sont telles que ces pièces conductrices peuvent être portées en service normal à une tension supérieure à la limite de la très basse tension. Il en est de même pour celles des parties conductrices du matériel électrique de la classe II (définie à la *section 2.4.3*) qui sont isolées des parties actives par une isolation principale seulement.

Parties et pièces simultanément accessibles: les conducteurs ou parties conductrices nus qui peuvent être touchés simultanément par une personne, c'est-à-dire qui sont à une distance donnée en mètres par la formule suivante:

$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$

avec un minimum de 2,50 m. U_N étant la tension nominale donnée en kV, entre ces parties et pièces.

Les parties et pièces simultanément accessibles peuvent être:
- des parties actives;
- des masses;
- des éléments conducteurs étrangers à l'installation électrique;
- des conducteurs de protection, des conducteurs d'équipotentialité;
- des prises de terre;
- la terre et les sols conducteurs.

Partie intermédiaire: la partie inaccessible et conductrice du matériel électrique qui n'est pas sous tension en service normal mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Masse: partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Le terme de *masse* désigne essentiellement les parties métalliques accessibles des matériels électriques, normalement isolées des parties actives mais susceptibles d'être mises accidentellement en liaison électrique avec des parties actives par suite d'une défaillance des dispositions prises pour assurer leur isolation; cette défaillance peut résulter de la mise en défaut de l'isolation principale ou des dispositifs de fixation ou de protection.

Les masses comprennent notamment:
- les parties métalliques accessibles des matériels électriques, séparées des parties actives par une isolation principale seulement;
- les éléments conducteurs étrangers qui sont en liaison électrique ou en contact avec la surface extérieure conductrice ou isolante d'un matériel électrique, qui ne comporte qu'une isolation principale.

Il en est ainsi notamment pour les huisseries métalliques utilisées pour le passage des canalisations électriques, servant de support aux appareils électriques à isolation principale ou placées au contact de l'enveloppe extérieure de ces appareils.

Il résulte également de la définition de la masse que:
- les parties métalliques accessibles des matériels électriques autres que ceux de la classe II, les armures métalliques des câbles, certains conduits métalliques sont des masses;
- aucune partie des matériels électriques de la classe II n'est considérée comme masse.

Le terme de *masse* désigne également tout objet métallique en liaison électrique ou en contact, par suite de dispositions volontaires ou par état de fait, avec la surface extérieure des matériels électriques à isolation principale.

Par extension, il y a lieu de considérer comme masse tout objet métallique situé à proximité de parties actives non isolées et présentant un risque appréciable de se trouver en liaison électrique avec ces parties actives, par suite de défaillance des moyens de fixation (telles que desserrage de connexion, rupture de conducteur...).

Eléments conducteurs étrangers à l'installation électrique (en abrégé: éléments conducteurs étrangers): parties conductrices ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptibles de propager un potentiel, y compris le potentiel de la terre.

Ces éléments conducteurs étrangers sont notamment:
- les éléments métalliques utilisés dans la construction des bâtiments;
- les canalisations métalliques de gaz, eau, chauffage... et les appareils non électriques qui leur sont reliés (radiateurs, cuisinières non électriques, éviers métalliques...);
- les sols et parois non isolants.

Défaut: liaison électrique accidentelle entre deux points de potentiels différents. Le défaut peut être franc ou présenter une impédance.

Impédance de la boucle de défaut: impédance totale offerte au passage du courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut: le courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut à la terre: le courant de défaut qui s'écoule à la terre.

Courant de fuite: le courant qui s'écoule dans un circuit électriquement sain vers la terre ou vers des éléments conducteurs étrangers.

Tension de défaut: la tension qui apparaît, lors d'un défaut d'isolement, entre une masse et un point dont le potentiel n'est pas modifié par la mise sous tension de la masse.

Tension de contact: dans le cadre de la protection contre les contacts indirects, la tension qui existe ou peut apparaître, lors d'un défaut d'isolement, entre des parties simultanément accessibles, à l'exception des parties actives.

Surface de circulation: surface fixe sur laquelle des personnes se tiennent ou circulent en situation normale; cette surface est délimitée par sa disposition propre ou par un ou des éléments matériels.

Volume d'accessibilité au toucher (en abrégé: volume d'accessibilité): volume qui est situé autour d'une surface de circulation et qui est limité comme mentionné aux *figures 2.6.* à *2.9.*

Figure 2.6. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement

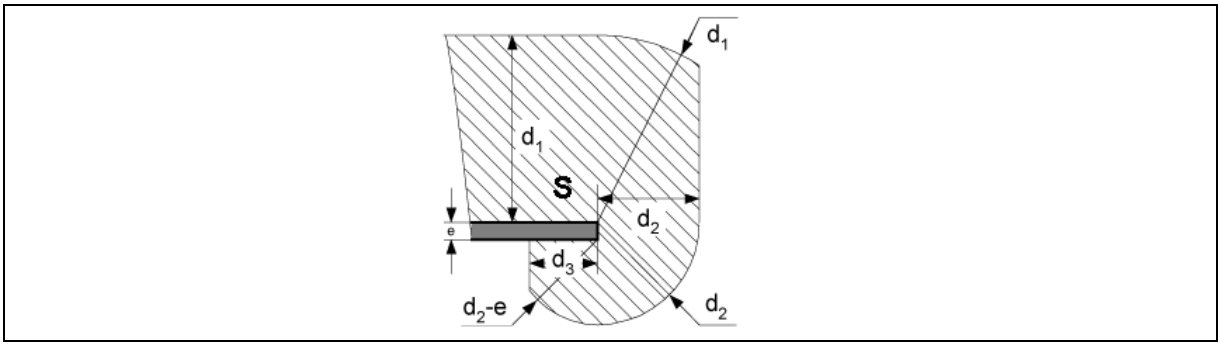
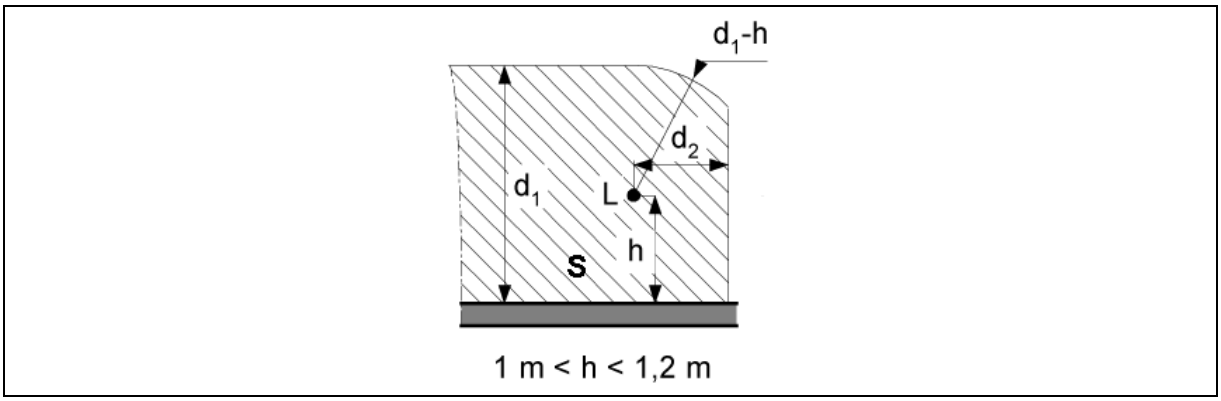


Figure 2.7. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel



L = élément matériel

Figure 2.8. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre

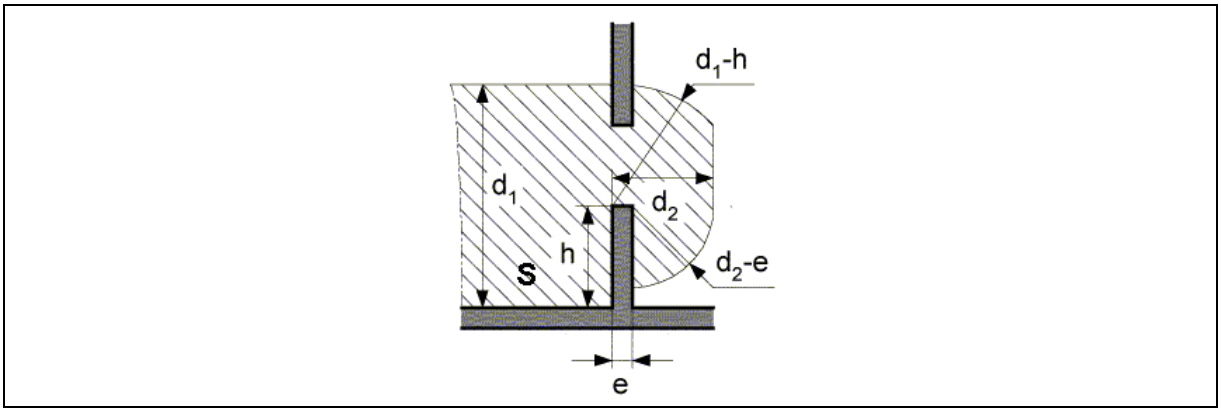
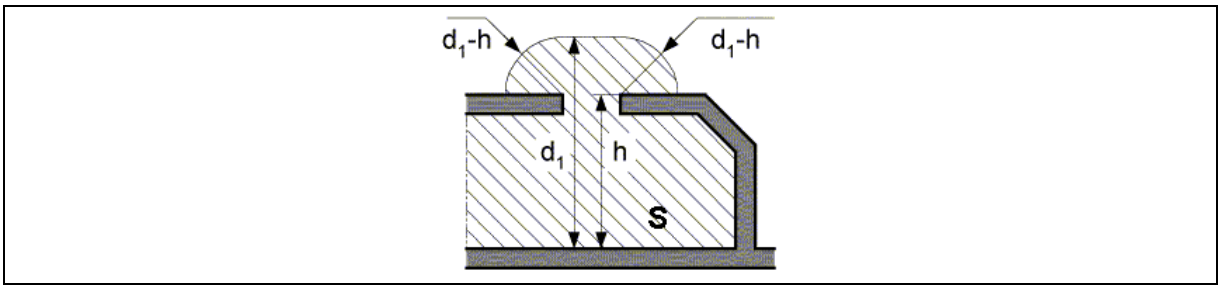


Figure 2.9. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre



S: surface de circulation

d_1, d_2, d_3: distances données en mètres par les formules suivantes:
$d_1 = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 2,5 m
$d_2 = 1{,}25 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 1,25 m
$d_3 = 0{,}75 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 0,75 m
où U_N, exprimé en kV, est la tension nominale de l'installation électrique.

Les surfaces de circulation ainsi que les éléments matériels dont la constitution est telle que les ouvertures qu'ils comportent ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre, limitent le volume d'accessibilité au toucher.

Serrure de sécurité: N'est pas considérée comme serrure de sécurité:
- des serrures qui peuvent être ouvertes avec une clé universelle;
- des serrures qui peuvent être ouvertes facilement avec l'aide d'un outil à main (pince, tournevis, …).

Exemples de serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité: serrure à double panneton, serrure à clé triangulaire, serrure à clé carrée, …

Lieux non conducteurs: en basse tension et en très basse tension, sont considérés comme lieux non conducteurs les locaux et emplacements secs dont les sols et parois sont isolants et présentent une résistance au moins égale à:
- 50 kΩ/m² si la tension nominale de l'installation n'est pas supérieure à 500 V (300 V par rapport à la terre);
- 100 kΩ/m² si la tension nominale de l'installation est supérieure à ces valeurs.

Sols et parois isolants: les sols et parois dont la résistance est suffisamment élevée pour limiter le courant de défaut à une valeur non dangereuse.

Sont considérés comme non isolants:
1. les sols et murs en béton armé sans autre revêtement;
2. les revêtements de sol en pierre, grès, ciment, en terre cuite ou en carreaux de céramique ou de ciment, posés directement sur une dalle de béton armé, sur des hourdis, du béton ou de la terre pleine;
3. les revêtements métalliques.

Sont considérés comme non conducteurs:
1. les parquets en bois;
2. les revêtements en caoutchouc non conducteur, en linoléum ou en matières plastiques;

3. les parois revêtues d'un enduit tel que du plâtre sec;
4. les murs secs en briques ou en carreaux de plâtre;
5. les tapis et moquettes sans élément métallique.

Pour les cas non mentionnés ci-avant, des essais de résistance électrique déterminent, le cas échéant, la catégorie à laquelle ils appartiennent. En cas de doute, les parois et sols sont considérés comme conducteurs.

Degrés de protection procurés par les enveloppes: le degré de protection que procurent les enveloppes contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides de même que contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur des enveloppes est fixé par un code conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Ce code est composé des lettres *IP*, suivi de deux chiffres dont le premier désigne le degré de protection contre l'accès aux parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle et, en même temps, le degré de protection contre la pénétration de corps solides étrangers et le deuxième le degré de protection contre la pénétration de liquides.

Lorsqu'un de ces chiffres n'est pas défini, il est remplacé par la lettre *X*.

La protection contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle, est fixée par une lettre qui est séparée des chiffres par un tiret. Les lettres additionnelles ne sont utilisées que si la protection réelle contre le contact direct est plus élevée que celle qui est indiquée par le premier chiffre caractéristique ou si seule la protection contre l'accès aux parties actives est mentionnée.

Les lettres *A, B, C* et *D* concernent l'empêchement du contact avec les parties actives par un calibre de respectivement 50, 12, 2,5 et 1 mm de diamètre.

Degrés de protection procurés par les obstacles: le degré de protection concernant la protection contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides, de même que contre le contact direct avec des parties actives situées derrière les obstacles est fixé de façon analogue à celles des enveloppes (voir *ci-avant*).

Tensions limites conventionnelles:

a) Tension limite conventionnelle absolue (U_L)

La tension limite conventionnelle absolue (U_L) dépend de la résistance du corps humain qui est, notamment, fonction de l'état d'humidité de la peau.

On utilise, pour l'influence externe de l'humidité de la peau, un code composé des lettres BB suivies d'un chiffre allant de 1 à 3.

On définit ainsi conventionnellement trois états du corps humain en fonction de l'humidité de la peau et trois valeurs de tensions limites conventionnelles absolues, comme le mentionne le *tableau 2.3*.

Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L

Code	*Etat du corps humain*	*Tension limite conventionnelle absolue U_L en V*		
		Courant alternatif	*Courant continu non lisse*	*Courant continu lisse*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	50	75	120
BB2	Peau mouillée	25	36	60
BB3	Peau immergée dans l'eau	12	18	30

b) Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

La tension limite conventionnelle relative est une tension qui ne peut être maintenue à une valeur supérieure à la tension $U_L(t)$ pendant un temps supérieur au temps t mentionné au *tableau 2.4*.

Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

Temps de maintien maximal (t) en secondes	*Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en V*			
	BB1		*BB2*	
	Courant alternatif	*Courant continu*	*Courant alternatif*	*Courant continu*
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

La famille de courbes construites sur les valeurs de la tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en fonction du temps est dénommée *courbe de sécurité* dans la suite de ce Livre.

Section 2.4.2. Isolations

Isolation: l'ensemble des isolants (solides, liquides, gazeux) entrant dans la construction d'un matériel ou d'une installation électrique pour isoler les parties actives. L'isolation supporte pendant une minute, à la fréquence industrielle, une tension d'essai dont la valeur est fixée:
- soit dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit dans des dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes;
- soit par arrêté des Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail et ce, chacun en ce qui le concerne;
- soit de façon explicite au sein du présent Livre.

Isolation principale: une isolation nécessaire pour assurer le fonctionnement convenable du matériel et des installations électriques et la protection fondamentale contre les chocs électriques.

Double isolation: une isolation dans laquelle une isolation complémentaire indépendante est prévue en plus de l'isolation principale. La double isolation est contrôlée par des essais de type; elle supporte pendant une minute, à la fréquence industrielle, une tension d'essai dont la valeur est fixée:
- soit dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit dans des dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes;
- soit par arrêté des Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail et ce, chacun en ce qui le concerne;
- soit de façon explicite au sein du présent Livre.

Le matériel électrique à double isolation porte le symbole suivant, qui est visible de l'extérieur:

Isolation totale: s'applique aux ensembles montés en usine (E.M.U.); elle est réalisée en respectant soit les dispositions de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans cette norme et, notamment, les suivantes:

a) le matériel électrique est complètement enveloppé dans un matériau isolant. L'enveloppe porte le symbole suivant qui est visible de l'extérieur:
;

b) à l'intérieur de l'ensemble monté en usine, le symbole suivant est apposé d'une manière visible:

Isolation supplémentaire: consiste à recouvrir, au cours de la réalisation de l'installation électrique, l'isolation principale d'un matériel électrique d'une isolation conférant à ce matériel une sécurité équivalant à celle de la double isolation. Elle remplit les conditions suivantes:

a) le matériel électrique étant en état de fonctionnement, les parties intermédiaires sont enfermées dans une enveloppe isolante possédant au moins le degré de protection IPXX-B;

b) l'enveloppe isolante est capable de supporter les contraintes mécaniques, électriques, chimiques ou thermiques prévisibles;

c) les revêtements de peinture, de vernis et de produits similaires ne sont pas, en général, considérés comme satisfaisant à ces prescriptions, à l'exception des enveloppes ayant subi les essais de type et recouvertes d'une telle couche lorsque leur emploi est admis dans les règles correspondantes et lorsque les recouvrements isolants sont essayés dans les conditions d'essai correspondantes;
d) l'enveloppe isolante n'est pas traversée par des parties conductrices susceptibles de propager un potentiel. L'enveloppe ne comporte pas de vis en matière isolante dont le remplacement par une vis métallique pourrait compromettre l'isolation procurée par l'enveloppe; lorsque l'enveloppe isolante doit être traversée par des liaisons mécaniques (par exemple organes de commande d'appareils incorporés), celles-ci sont disposées de telle sorte que la protection contre les chocs électriques ne soit pas compromise;
e) si des portes ou couvercles peuvent être ouverts sans l'aide d'une clé ou d'un outil, toutes les parties conductrices, qui sont accessibles lorsque la porte ou le couvercle est ouvert, doivent se trouver derrière une barrière isolante possédant au moins un degré de protection IPXX-B, empêchant les personnes de se trouver au contact de telles parties; cette barrière isolante ne peut être enlevée qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil;
f) le symbole suivant est apposé de manière visible à l'extérieur de l'enveloppe:

Isolation renforcée: consiste à recouvrir les parties actives nues d'une isolation qui a des propriétés mécaniques et électriques telles qu'elle assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui de la double isolation; elle n'est admise que lorsque des raisons de construction ne permettent pas la réalisation de la double isolation. Elle remplit les conditions mentionnées *b)* à *f)* de l'*isolation supplémentaire* ci-avant.

Section 2.4.3. Classification des matériels en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques

Les classes de matériel électrique: le matériel électrique en basse tension et en très basse tension est classé du point de vue de la protection contre les chocs électriques selon les trois critères suivants:
- l'isolation entre parties actives et parties accessibles;
- la possibilité ou non de relier les parties conductrices accessibles à un conducteur de protection;
- les tensions admissibles.

On distingue les classes suivantes de matériel électrique:
a) **classe 0:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose uniquement sur l'isolation principale; ceci implique qu'aucune disposition n'est prévue pour le raccordement des pièces conductrices accessibles, s'il y en a, à un conducteur de protection. Le matériel électrique de la classe 0 a soit une enveloppe en matière isolante qui peut former tout ou partie de l'isolation principale, soit une enveloppe métallique qui est séparée des parties actives par une isolation appropriée. Si un matériel électrique pourvu d'une enveloppe en matière isolante comporte un moyen de raccordement à un conducteur de protection des parties internes, il est considéré comme étant de la classe I ou 0I.
b) **classe 0I:** matériel électrique ayant au moins une isolation principale en toutes ses parties et comportant une borne de protection (ou borne de masse), mais équipé d'un câble d'alimentation ne comportant pas de conducteur de protection.
c) **classe I:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais dans lequel on doit raccorder les parties conductrices accessibles à un conducteur de protection d'une manière telle que ces parties ne puissent devenir dangereuses en cas de défaillance de l'isolation principale. Pour le matériel électrique destiné à être alimenté avec un câble souple, ce câble comporte un conducteur de protection;
d) **classe II:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose:
   - soit sur la double isolation;
   - soit sur l'isolation renforcée.

   Le matériel électrique de la classe II porte le symbole suivant qui est visible de l'extérieur:

   Ces mesures ne comportent pas de moyen de mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation. Un tel matériel électrique peut être de l'un des types suivants:
   d.1. classe II à isolation enveloppante: où l'enveloppe durable et pratiquement continue en matière isolante enferme toutes les parties métalliques à l'exception de petites pièces telles que plaques signalétiques, vis et rivets, qui sont séparées des parties actives par une isolation équivalant au moins à l'isolation renforcée;
   d.2. classe II à enveloppe métallique: où l'enveloppe métallique pratiquement continue enferme les parties actives et dans lequel est réalisée soit une double isolation soit une isolation

renforcée parce qu'une double isolation est manifestement irréalisable;

d.3. classe II qui est une combinaison de matériels électriques à isolation enveloppante et à enveloppe métallique. Si un matériel électrique ayant en toutes ses parties une double isolation et/ou une isolation renforcée comporte une borne de protection externe, il est considéré comme étant de la classe I ou 0I.

e) **classe III:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité et dans lequel ne sont pas utilisées des tensions qui ne sont pas de sécurité.

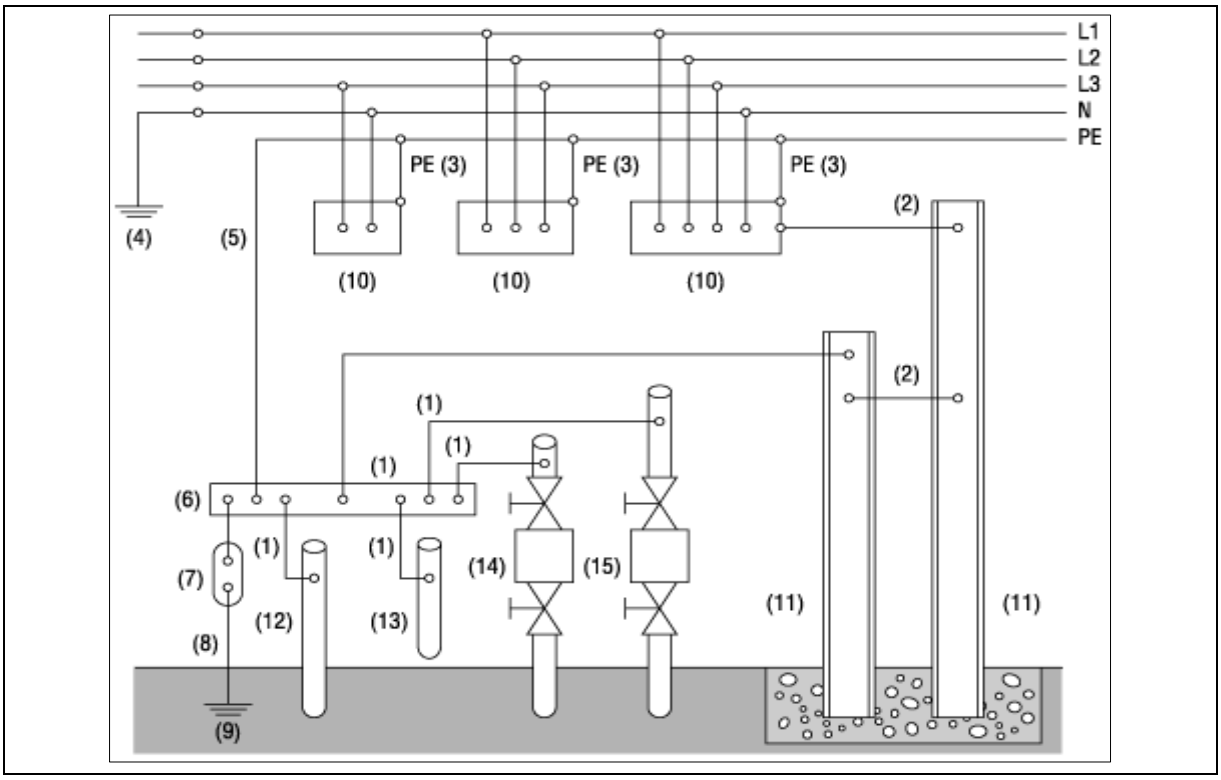
Matériel électrique de sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle des appareils de classe II: le matériel électrique de sécurité équivalente à celle des appareils de classe II est un matériel qui peut être considéré pour les applications comme étant de classe II bien qu'il ne réponde pas exactement à la définition de la classe II. Comme ces appareils sont soumis à des essais très sévères qui garantissent la faible probabilité d'une mise sous tension des parties accessibles, ils sont considérés comme présentant une sécurité équivalant à celle du matériel de la classe II.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail fixent par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les conditions devant être remplies par un matériel électrique pour être considéré comme de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II.

Chapitre 2.5. Mises à la terre

Installation de mise à la terre: ensemble comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Figure 2.10. Installation de mise à la terre



(1) équipotentielles principales
(2) équipotentielles supplémentaires
(3) conducteur de protection
(4) terre du distributeur
(5) conducteur principal de protection
(6) borne principale de terre
(7) sectionneur de terre
(8) conducteur de terre
(9) prise de terre utilisateur
(10) masses
(11) charpente
(12) décharge

(13) chauffage
(14) eau
(15) gaz

Terre: terme désignant aussi bien la terre comme endroit que comme matériau conducteur, par exemple le type de sol, humus, terreau, sable, gravier ou rocher.

Electrode de terre: pièce conductrice enfouie dans le sol qui assure une liaison électrique avec la terre.

Prise de terre auxiliaire: prise de terre temporaire qui est parcourue par le courant de mesure lors de la mesure de la résistance de dispersion d'une prise de terre.

Sonde: prise de terre temporaire qui est mise dans le sol dans la zone neutre commune à la prise de terre et à la prise de terre auxiliaire lors de la mesure de la résistance de dispersion de la prise de terre.

Section géométrique d'un conducteur: section physique du conducteur mesurable à l'aide d'instruments de mesure des longueurs.

Section électrique équivalente: section assignée à un conducteur qui présente au passage du courant électrique une résistance équivalant à celle qu'offre un conducteur en cuivre qui a comme section géométrique la section précitée et dont la résistance est de 1,83 Ω/km à 20°C pour une section de 10 mm^2.

Cuivre plombé: conducteur formé d'une âme en cuivre étamé, de section électrique équivalente de 10 mm^2 minimum et enrobé de plomb.

Barre d'acier cuivré: barre de section ronde en acier recouvert d'une couche de cuivre dont l'épaisseur moyenne est au moins égale à 250 microns.

Acier galvanisé: acier galvanisé à chaud dont l'épaisseur du revêtement de zinc est d'au moins 0,1 mm.

Partie utile de l'électrode de terre: partie de l'électrode de terre située en dessous de la limite de gel (60 cm sous la surface du sol).

Prise de terre: une ou plusieurs électrodes de terre qui sont interconnectées en permanence.

Prises de terre électriquement distinctes: prises de terre suffisamment éloignées les unes des autres pour que le courant maximal susceptible d'être écoulé par l'une d'entre elles ne modifie pas sensiblement le potentiel des autres.

Mise à la terre: connexion d'une partie active, d'une masse ou d'un élément conducteur étranger à une ou plusieurs prises de terre.

Conducteur de protection: un conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les contacts indirects et reliant des masses, soit:
- à d'autres masses;
- à des éléments conducteurs étrangers;
- à une prise de terre;
- à un conducteur relié à la terre;
- à une partie active reliée à la terre.

Conducteur principal de protection: le conducteur auquel sont reliés d'une part le ou les conducteurs de terre, et d'autre part les conducteurs de protection des masses et, si nécessaire, ceux des éléments conducteurs étrangers et éventuellement le neutre.

Conducteur de terre: conducteur de protection reliant la borne de terre principale à la prise de terre, le sectionneur de terre éventuel étant considéré comme faisant partie dudit conducteur de terre.

Conducteur de terre du point neutre et/ou du conducteur neutre: conducteur reliant le point neutre et/ou un point du conducteur neutre à une prise de terre.

Borne principale de terre: borne de connexion du (des) conducteur(s) de terre, du ou des conducteurs principaux de protection et du (des) conducteur(s) principal(aux) d'équipotentialité.

Borne de terre ou borne de protection: borne de connexion du conducteur de protection d'un matériel électrique.

Zone équipotentielle: espace dans lequel, en cas de défaut dans une installation électrique, aucune différence de potentiel dangereuse ne peut apparaître.

Liaison équipotentielle: une liaison électrique spécialement destinée à mettre au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et/ou des éléments conducteurs étrangers.

On distingue:
- la liaison équipotentielle principale;
- la liaison équipotentielle supplémentaire;
- les liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre.

Conducteur d'équipotentialité: conducteur servant à réaliser la liaison équipotentielle.

Zone neutre ou terre neutre (de référence): partie de la terre située en dehors de la zone d'influence d'une prise de terre et dans laquelle, entre deux points quelconques, ne peut apparaître une différence de potentiel perceptible par suite d'un courant de défaut à la terre.

Zone de dispersion (d'une prise de terre): zone entourant la prise de terre et située en dehors de la zone neutre.

Résistance de terre R_E (résistance de dispersion d'une prise de terre): résistance entre la prise de terre et la terre de référence.

Impédance de terre Z_E: impédance entre l'installation de mise à la terre, éventuellement interconnectée avec d'autres installations de mise à la terre, et la terre de référence.

Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}: impédance du circuit formé par la résistance R_E de la prise de terre en série avec l'impédance Z_B que constituent tous les autres chemins de retour à la terre.

Chapitre 2.6. Circuits électriques

Section 2.6.1. Termes généraux

Circuit élémentaire: portion d'une installation électrique comprise entre deux dispositifs successifs de protection contre les surintensités (circuit principal ou circuit divisionnaire) ou existant en aval du dernier de ces dispositifs (circuit terminal).

Circuit: ensemble constitué de un ou plusieurs circuits élémentaires.

Origine du circuit: on entend par l'origine du circuit, soit l'origine de la canalisation électrique, soit l'endroit où change la section, la nature ou la constitution de la canalisation électrique ainsi que son mode de pose.

Circuit de sécurité: circuit qui relie la source de sécurité au(x) consommateur(s) de sécurité.

Circuit critique: circuit qui relie la source normale et/ou la source de remplacement au(x) consommateur(s) critique(s).

Section 2.6.2. Courants

Courant périodique: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Courant alternatif: courant périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, tout courant ou tension qui au cours de chaque période change de signe.

Courant continu: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à chaque instant ou courant périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Courant nominal: la valeur conventionnelle du courant d'après laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement du dispositif de protection, le courant de réglage étant à considérer comme courant nominal pour les dispositifs de protection réglables (I_n).

Courant admissible d'un conducteur: la valeur constante du courant que peut supporter, dans les conditions d'utilisation, un conducteur sans que sa température de régime permanent soit supérieure à la valeur spécifiée (I_Z).

Courant d'emploi d'un circuit: courant à prendre en considération pour le choix des caractéristiques des éléments du circuit (I_B).En régime continu, le courant d'emploi correspond à la plus grande intensité transportée par le circuit en service normal. En régime variable, on considère le courant thermiquement équivalent qui, en régime continu, porte les éléments du circuit à la même température.

Surintensité: pour une machine ou un appareil électrique, tout courant supérieur au courant nominal; pour un conducteur, tout courant supérieur au courant admissible I_Z.

Court-circuit: défaut franc ou d'impédance négligeable.

Courant de court-circuit: surintensité produite par un court-circuit.

Courant de surcharge: surintensité survenant dans un circuit électriquement sain.

Courant différentiel résiduel: somme algébrique des valeurs instantanées des courants parcourant tous les conducteurs actifs d'un circuit en un point de l'installation électrique ($I_{\Delta n}$).

Courant de court-circuit effectif: la valeur du courant de court-circuit calculée ou mesurée en tenant compte du pouvoir limiteur du dispositif de protection et de toutes les impédances du circuit en amont du défaut.

Section 2.6.3. Transformateurs

Transformateur à enroulements séparés: transformateur dont les enroulements primaires et secondaires sont électriquement séparés en vue de limiter les risques de danger en cas de contact simultané accidentel avec la masse et les parties actives ou parties métalliques pouvant devenir actives en cas de défaut d'isolement, l'isolation entre les enroulements primaires et secondaires assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une isolation principale (*section 2.4.2.*).

Transformateur de séparation des circuits: transformateur dont les enroulements primaires et secondaires sont électriquement séparés en vue de limiter les risques de danger en cas de contact simultané accidentel avec la masse et les parties actives ou parties métalliques pouvant devenir actives en cas de défaut d'isolement, l'isolation entre enroulements primaires et secondaires assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui de la double isolation (*section 2.4.2.*).

Transformateur de sécurité: transformateur de séparation des circuits destiné à alimenter un ou plusieurs circuits à très basse tension de sécurité.

Section 2.6.4. Caractéristiques des dispositifs de protection

Courant différentiel résiduel de fonctionnement: la valeur du courant différentiel résiduel provoquant le fonctionnement d'un dispositif de protection.

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont classés en quatre catégories selon la sensibilité de l'appareil, à savoir:

- les dispositifs de faible sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 1000 mA;
- les dispositifs de sensibilité moyenne pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 30 mA et inférieure ou égale à 1000 mA; les valeurs normalisées de ces courants de fonctionnement sont de 100, 300, 500 et 1000 mA;
- les dispositifs à haute sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 10 mA et au plus égale à 30 mA;
- les dispositifs à très haute sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est au plus égale à 10 mA.

Courant conventionnel de fonctionnement: la valeur spécifiée du courant à partir et au-dessus de laquelle le dispositif de protection fonctionne dans un délai déterminé (I_f).

Pouvoir de coupure: la valeur du courant que le dispositif de protection est capable d'interrompre sous une tension spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Courant conventionnel de non-fonctionnement: la valeur spécifiée du courant qui peut être supporté par le dispositif de protection pendant un temps donné sans provoquer son fonctionnement (I_{nf}).

Pour les coupe-circuit à fusible, ce courant est appelé le courant conventionnel de non-fusion.

Pour les disjoncteurs, il est appelé le courant conventionnel de non-déclenchement, ce courant étant supérieur au courant nominal ou de réglage et le temps conventionnel variant suivant le type et le courant nominal mais étant toujours au moins égal à 1 heure.

Intégrale de Joule de fonctionnement: du point de vue du circuit protégé par un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur, la valeur de l'intégrale de Joule pour la durée de fonctionnement du coupe-circuit à fusible ou du disjoncteur est à considérer en tant qu'énergie spécifique, c'est-à-dire l'énergie dissipée en chaleur dans une portion du circuit ayant une résistance de 1 Ω.

Intégrale de Joule caractéristique d'un fusible: courbe donnant les valeurs maximales de $I^2 \cdot t$ (de pré arc ou de fonctionnement suivant le cas) en fonction de la valeur du courant présumé et pour les conditions de fonctionnement déterminées.

Intégrale de Joule caractéristique d'un disjoncteur: courbe donnant les valeurs maximales de $I^2 \cdot t$ (relatives à la durée de coupure) mesurées dans les conditions les plus défavorables de l'instant de la coupure du court-circuit en fonction du courant présumé, dans des conditions spécifiées de fonctionnement.

Courant d'intersection: valeur limite supérieure de la surintensité pour laquelle le fonctionnement du dispositif de protection d'accompagnement, associé à un disjoncteur dans le même circuit ne peut se produire, étant empêché par l'exécution de l'opération de coupure amorcée par le disjoncteur.

Chapitre 2.7. Canalisations

Section 2.7.1. Termes généraux

Conducteur électrique (dénommé dans ce Livre *conducteur)*: un corps nu ou isolé destiné à assurer le passage d'un courant électrique.

Canalisation électrique: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques isolés, câbles, fils ou jeux de barres et les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique.
On entend par canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II:
- soit un câble électrique de classe II qui ne comporte aucun revêtement conducteur, qu'il s'agisse d'une gaine, d'une armure ou de tout autre revêtement, que ce revêtement soit extérieur ou recouvert lui-même d'une gaine en matière isolante;
- soit une canalisation électrique, qui ne répond pas aux critères de la classe II, mais présente une sécurité suffisante du fait de son utilisation particulière.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent classer par arrêté les canalisations électriques comme ayant une sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle des appareils de classe II et ce, chacun en ce qui le concerne.

Conducteur isolé: ensemble comprenant l'âme, son enveloppe isolante et ses écrans éventuels.

Intégrale de Joule caractéristique de tenue sur court-circuit d'un conducteur isolé: valeur de l'intégrale de Joule correspondant à la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer la température du conducteur de la valeur admise en régime établi à la valeur limite admissible par échauffement adiabatique, lors du passage d'un courant de court-circuit. Cette valeur est liée aux valeurs correspondantes des dispositifs de protection contre les courts-circuits (coupe-circuit à fusible ou disjoncteurs) et varie en fonction de la nature du métal et de l'isolant.

Câble: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs isolés, leur revêtement individuel éventuel, la protection d'assemblage et le ou les revêtements de protection. Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés.

Câble unipolaire: câble comportant un seul conducteur isolé.

Gaine (d'un câble): revêtement extérieur continu et uniforme en matériau métallique ou non métallique, généralement extrudé.

Connexion: terme général désignant toute liaison électrique destinée à assurer la continuité électrique entre deux ou plusieurs systèmes conducteurs (conducteurs, éléments conducteurs, appareils, appareillages...).

Jonction: connexion de deux extrémités de conducteurs.

Dérivation: connexion d'une ou plusieurs canalisations électriques (dites canalisations électriques *dérivées*) en un point d'une autre canalisation électrique (dite *canalisation électrique principale*).

Armure d'un câble: une partie du revêtement constitué par des rubans (feuillards) ou des fils métalliques destinés à protéger le câble contre les actions mécaniques extérieures.

Ecran de protection: une enveloppe conductrice entourant un ou plusieurs conducteurs munis d'une enveloppe isolante; cette enveloppe conductrice a une conductance linéique fixée par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN.

Tranchée: ouverture réalisée dans un terrain pour y poser des câbles et rebouchée après leur pose.

Lignes ou câbles de télécommunication: on entend par lignes ou câbles de télécommunication les lignes ou câbles servant exclusivement à la téléphonie, à la télégraphie, à la télésignalisation, aux télémesures, aux télécommandes, à la télédistribution (y compris l'alimentation des amplificateurs) et

en général à la transmission d'informations ou de données ainsi qu'à tout système de télécommunication de quelque nature qu'il soit.

Ligne aérienne: ensemble d'une installation servant au transport de l'énergie électrique, constituée de supports, de conducteurs d'énergie éventuellement fixés à des isolateurs et éventuellement de conducteurs de terre ou de conducteurs de garde.

Terne: ensemble des 3 conducteurs d'énergie d'une ligne aérienne triphasée; une ligne aérienne peut comporter un ou plusieurs ternes.

Support: poteau en bois, en béton ou en métal profilé, pylône métallique tubulaire, en treillis de cornières ou de tubes, ferrures, soit tout élément qui soutient les conducteurs, éventuellement par l'intermédiaire d'isolateurs.

Isolateur: pièce servant à supporter les conducteurs et à les isoler électriquement entre eux et par rapport à la terre.

Support d'arrêt: support capable de maintenir une portée, même en cas de rupture accidentelle de tous les conducteurs de la portée contiguë.

Support d'extrémité: support capable de maintenir la dernière portée d'une ligne (c'est-à-dire sans portée contiguë).

Hauban: élément mécanique ne pouvant travailler qu'en traction par constitution, reliant le support à un point fixe tel qu'une construction voisine ou un massif d'ancrage en vue d'en renforcer la stabilité.

Canalisation préassemblée: ensemble de conducteurs présentant un isolement renforcé à haute résistance aux intempéries. La canalisation préassemblée pour réseau est composée de conducteurs de phase, d'un élément porteur pouvant servir de neutre et éventuellement de conducteurs d'éclairage public; les conducteurs de phase et d'éclairage public sont torsadés autour du porteur, ce dernier étant placé longitudinalement au centre du faisceau. La canalisation préassemblée pour branchements est composée:
- de plusieurs conducteurs torsadés ensemble dont un peut servir de conducteur neutre;
- éventuellement, d'un élément porteur.

Elément porteur: un fil ou un toron de fils, intégré ou non dans une canalisation préassemblée, assurant à lui seul la résistance mécanique à la traction de cette canalisation préassemblée.

Connecteur: ensemble destiné à relier électriquement un câble souple, non fixé à demeure, à une machine ou à un appareil électrique, il se compose de deux parties:
- une prise mobile de connecteur, faisant corps avec le câble souple d'alimentation ou destinée à lui être reliée;
- un socle de connecteur incorporé ou fixé à la machine ou à l'appareil d'utilisation mobile.

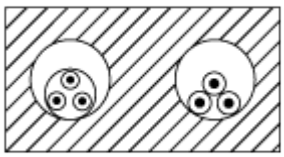
Câble ou conducteur isolé installé séparément: un câble ou un conducteur isolé qui est installé à une distance supérieure ou égale à 20 mm de tout autre câble ou conducteur isolé.

Câble ou conducteur isolé installé en faisceau ou en nappe: un câble ou un conducteur isolé qui n'est pas installé séparément.

Section 2.7.2. Modes de pose

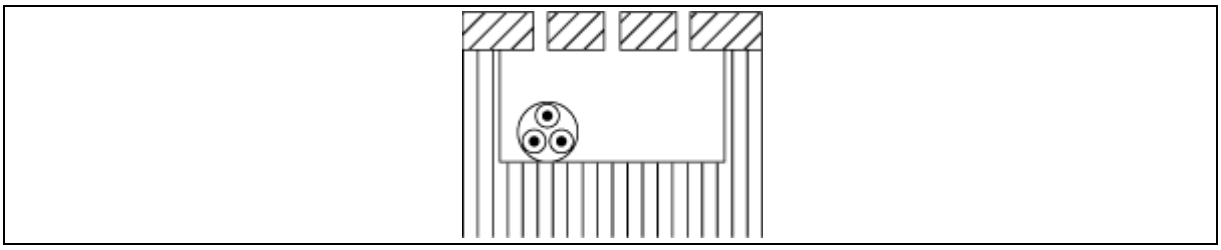
Bloc alvéolé: matériel de pose constitué d'éléments en matériau compact (tel que du béton) dans lesquels sont réservés des vides pour le passage de câbles.

Figure 2.11. Mode de pose «bloc alvéolé»



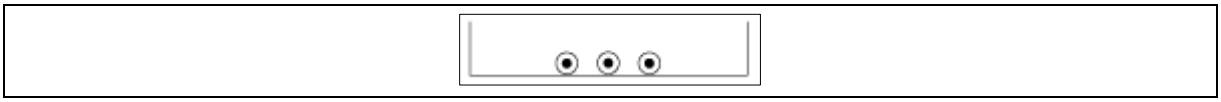
Caniveau ou gaine de sol: enceinte ou canal, situé au-dessous du niveau du sol ou plancher et dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler: lorsqu'il peut être fermé, les câbles doivent être accessibles sur toute leur longueur.

Figure 2.12. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol»



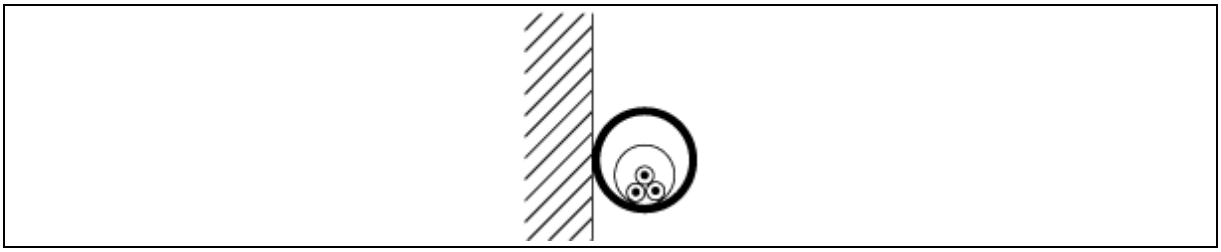
Chemin de câbles: matériel de pose constitué d'éléments profilés, pleins ou perforés, destinés à assurer le cheminement des câbles.

Figure 2.13. Mode de pose «chemin de câbles»



Conduit: matériel de pose constitué d'éléments tubulaires non ouvrants et conférant aux conducteurs une protection continue.

Figure 2.14. Mode de pose «conduit»



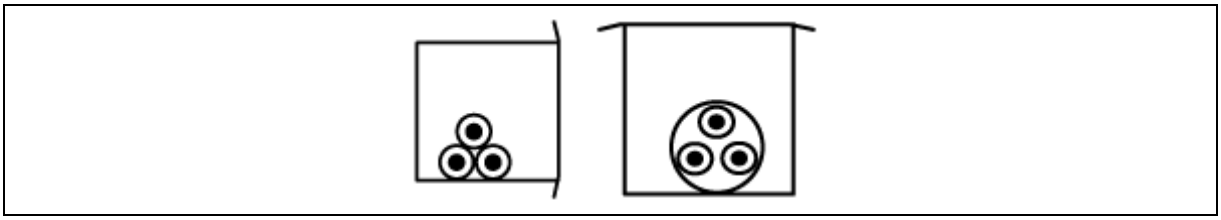
Fourreau (ou buse): élément entourant une canalisation électrique et lui conférant une protection complémentaire dans des traversées de paroi (mur, cloison, plancher, plafond) ou dans des parcours enterrés.

Gaine: enceinte au-dessus du niveau du sol, dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler et telle que les câbles soient accessibles sur toute leur longueur. Une gaine peut être incorporée ou non à la construction.

Galerie: enceinte dont les dimensions sont telles que les personnes puissent y circuler.

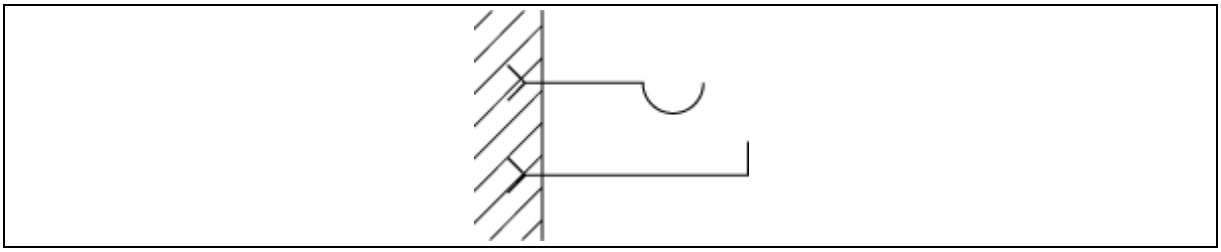
Goulotte: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à contenir des conducteurs ou des câbles, et fermé par un couvercle démontable.

Figure 2.15. Mode de pose «goulotte»



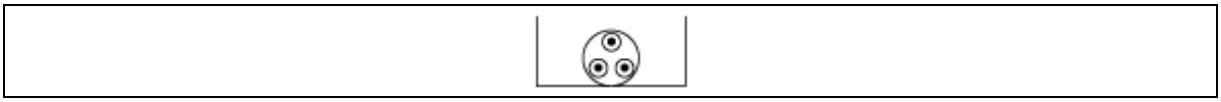
Corbeau: pièce fixée à une paroi à l'une de ses extrémités et supportant de façon discontinue un câble.

Figure 2.16. Mode de pose «corbeau»



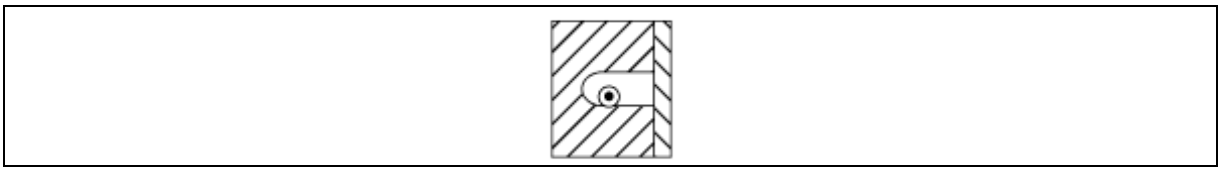
Gouttière: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à supporter des câbles en parcours horizontal et ouvert à sa partie supérieure.

Figure 2.17. Mode de pose «gouttière»



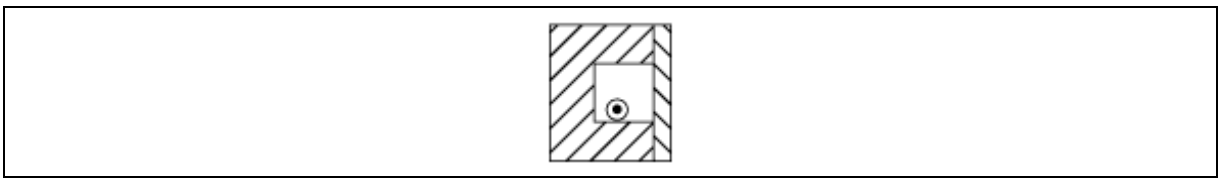
Moulure: matériel de pose constitué par une embase, appelée semelle, comportant des rainures permettant le logement de conducteurs et fermé par un couvercle démontable. Celle-ci peut être profilée décorativement.

Figure 2.18. Mode de pose «moulure»



Plinthe rainurée (ou chambranle): plinthe (ou chambranle) comportant des rainures permettant le logement de conducteurs et éventuellement de câbles, et fermée par un couvercle démontable.

Figure 2.19. Mode de pose «plinthe rainurée (ou chambranle)»

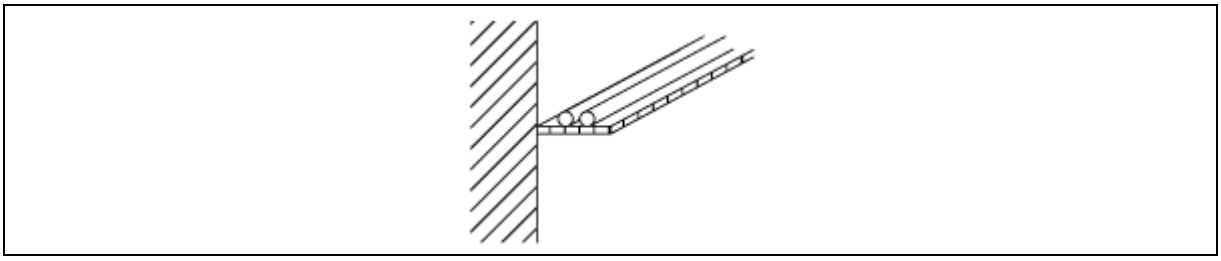


Rainure: entaille longue et étroite pratiquée dans un matériau et accessible sur toute sa longueur.

Saignée: ouverture longue et étroite réalisée dans un matériau de construction pour y placer des conduits ou certains types de canalisations électriques et rebouchée après leur pose.

Tablette: matériel de pose constitué d'un support continu constitué de dalles solidaires d'une paroi verticale et sur lequel sont posés des câbles.

Figure 2.20. Mode de pose «tablette»



Vide de construction: espace existant dans les parois des bâtiments (murs, chambranles et huisseries ordinaires, cloisons, planchers, plafonds) accessibles seulement à certains emplacements.

Canalisation électrique fixée aux parois: canalisation électrique posée à la surface d'une paroi ou à sa proximité immédiate, cette paroi constituant un moyen de fixation et éventuellement un élément de protection.

Chapitre 2.8. Matériel

Section 2.8.1. Termes généraux

Machine ou appareil électrique: engin servant à la production, à la transformation, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique.

Matériel électrique: les machines, appareils et canalisations électriques.

Est également considéré comme matériel électrique un ensemble constitué de machines, d'appareils et canalisations électriques conforme aux normes d'appareillages sous enveloppe, homologuées par le Roi ou enregistrées par le Bureau de Normalisation (NBN).

Ensemble d'appareillage à basse tension: combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec les matériels associés de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de régulation,... avec toutes leurs liaisons internes mécaniques et électriques et tous leurs éléments de structures.

Système d'ensemble: gamme complète de composants électriques et mécaniques (enveloppes, jeux de barres, unités fonctionnelles, ...) tels que définis par le constructeur d'origine et pouvant être assemblés selon les instructions du constructeur d'origine en vue de la fabrication de différents ensembles.

Supports de lampes à décharge: des tiges ou colliers servant à maintenir les lampes ou tubes autres que ceux maintenant les pièces servant à l'alimentation des lampes.

Section 2.8.2. Possibilités de déplacement

Machine ou appareil mobile: machine ou appareil électrique qui est déplacé pendant son fonctionnement ou qui peut être facilement déplacé lorsqu'il est relié au circuit d'alimentation, soit par ses propres moyens, soit hors ou sous tension, par l'utilisateur.

Machine ou appareil portatif (à main): machine ou appareil mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal et dont le fonctionnement exige l'action constante de la main comme support ou guide.

Machine ou appareil fixe: machine ou appareil installé à poste fixe, ou qui ne peut pas être déplacé facilement.

Machine ou appareil installé à poste fixe: machine ou appareil électrique qui est scellé ou fixé à un endroit précis.

Machine ou appareil mobile à poste fixe: machine ou appareil fixe n'entrant pas dans la catégorie des appareils installés à poste fixe. Ce sont les machines ou appareils électriques tels que cuisinière, réfrigérateur, lave-vaisselle..., occasionnellement déplacés pour le nettoyage du local, par exemple. Par contre, un radiateur électrique sur roulettes ou un lampadaire transportable sont des appareils mobiles.

Trolley: dispositif permettant l'alimentation électrique d'une machine ou d'un appareil mobile au moyen de prises par frotteur.

Chapitre 2.9. Sectionnement et commande

Coupure omnipolaire: coupure de tous les conducteurs actifs d'un circuit, y compris le conducteur neutre.

Coupure de sécurité: mesures de sectionnement et de commande non automatiques qui sont utilisées afin d'éviter ou de supprimer des dangers pour les personnes travaillant sur des machines ou appareils alimentés en énergie électrique.

Sectionnement: système destiné à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation de toute source d'énergie électrique, de manière à assurer la sécurité de personnes travaillant sur ou à proximité des parties entraînant un risque de contact direct.

Coupure pour entretien mécanique: système destiné à couper l'alimentation de parties de matériel alimenté en énergie électrique de façon à éviter des accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs, lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

Coupure électrique d'urgence: système destiné à supprimer aussi rapidement que possible les dangers qui peuvent survenir de façon imprévue. Quand cette mesure est utilisée afin d'arrêter un mouvement dangereux, elle est appelée *arrêt d'urgence*.

Commande fonctionnelle: système destiné à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation de l'alimentation en énergie électrique d'une partie d'une installation ou de machine ou d'appareil d'utilisation électrique, de manière à assurer la commande à des fins de fonctionnement normal.

Commande manuelle: commande d'une manœuvre effectuée par l'intervention humaine directe.

Commande automatique: commande d'une manœuvre effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées.

Chapitre 2.10. Influences externes

Section 2.10.1. Généralités

La classification des influences externes constitue un inventaire aussi exhaustif que possible de toutes les conditions extérieures qui peuvent avoir une influence sur les règles d'installations électriques.

Pour faciliter la classification des différents paramètres, un code alphanumérique a été établi.

Les différents paramètres d'influences externes sont classés en 3 grandes catégories suivant leur rôle, à savoir:

- les *conditions d'environnement* qui sont indépendantes de la nature des installations et des lieux et concernent les phénomènes extérieurs provenant de l'atmosphère, du climat, de la situation et autres conditions du lieu où se trouve l'installation électrique;
- les circonstances d'*utilisation* des lieux intéressés et de l'installation électrique elle-même;
- les conséquences découlant du mode de *construction des bâtiments*, de leur structure et de la nature des matériaux employés.

Tableau 2.5. Catégories d'influences externes

Première lettre du code	*Catégorie*
A	Conditions d'environnement
B	Utilisation
C	Construction des bâtiments

Section 2.10.2. Température ambiante (AA)

Pour caractériser l'influence externe « *température ambiante* », on utilise un code composé des lettres *AA* suivies d'un chiffre allant de 1 à 6 comme le mentionne le *tableau 2.6*.

Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA)

Code	*Température ambiante*	*Conditions*	*Exemples*
AA1	Frigorifique	de -60 °C à +5 °C	Enceintes de congélation …
AA2	Très froid	de -40 °C à +5 °C	Enceintes frigorifiques …
AA3	Froid	de -25 °C à +5 °C	Emplacements extérieurs …
AA4	Tempéré	de -5 °C à +40 °C	Emplacements tempérés …
AA5	Chaud	de +5 °C à +40 °C	Locaux intérieurs …
AA6	Très chaud	de +5 °C à +60 °C	Chaufferies, salles de machines …

Dans des conditions particulières, un code différent peut être employé, voir *tableau 2.7*.

Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières

Code	*Température ambiante*	*Conditions*	*Exemples*
AA7	Froid	de -15 °C à +25 °C	Extérieur des locaux …
AA8	Tempéré	de +5 °C à +30 °C	Locaux habituellement chauffé …

Un local ou un emplacement peut être caractérisé par la combinaison de 2 ou 3 classes de température ambiante: ainsi, par exemple, les emplacements extérieurs peuvent être de classe AA3+5 (de -25 °C à +40 °C) et des fonderies de la classe AA4+6 (de -5 °C à +60 °C).

Section 2.10.3. Présence d'eau (AD)

Pour caractériser l'influence externe « *présence d'eau* », on utilise un code composé des lettres *AD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 8 comme le mentionne le *tableau 2.8*.

Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Conditions*	*Exemples*
AD1	Présence d'eau négligeable	Généralement aucune trace d'humidité	Locaux secs tels que salles de séjour, chambres, bureaux ...
AD2	Temporairement humide	Chutes verticales de gouttes d'eau. Condensation occasionnelle d'humidité ou présence occasionnelle de vapeur d'eau	Locaux temporairement humides tels que certaines cuisines, caves, terrasses couvertes, lieux d'aisance, garages individuels ...
AD3	Humides	Ruissellement d'eau sur les parois et sur les sols. Aspersion d'eau. Eau tombant en pluie (max. 60° avec la verticale)	Locaux humides tels que les locaux à poubelles, les sous-stations de vapeur ou d'eau chaude ...
AD4	Mouillés	Ruissellement et projections d'eau dans toutes les directions	Lieux mouillés tels que les chantiers, les saunas, les chambres frigorifiques ...
AD5	Arrosés	Jets d'eau sous pression dans toutes les directions	Lieux exposés tels que les batteries de douches, les étables, les boucheries ...
AD6	Paquets d'eau	Lavage au jet d'eau et paquets d'eau	Jetées, quais, plage ...
AD7	Immergés	Profondeur d'eau ≤ 1 m.	Bassins peu profonds tels que ceux des fontaines …
AD8	Submergés	Profondeur d'eau > 1 m.	Bassins profonds …

Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de corps solides étrangers* », on utilise un code composé des lettres *AE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.9*.

Tableau 2.9. Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE)

Code	*Corps solides étrangers*
AE1	Grande dimension
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm
AE3	Petite dimension 1 mm
AE4	Poussières

Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de substances corrosives ou polluantes* », on utilise un code composé des lettres *AF* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.10*.

Tableau 2.10.Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Code	*Substances corrosives ou polluantes*	*Conditions*	*Exemples*
AF1	Négligeable	Aucune influence de substances corrosives ou polluantes tant par leur nature que par leur qualité	Locaux d'usage domestique, locaux recevant du public et de façon générale, tous les locaux dans lesquels des produits chimiques ou corrosifs ... ne sont ni manipulés, ni traités …
AF2	D'origine atmosphérique	Voisinage des bords de mer, proximité d'établissements produisant d'importantes pollutions	Bâtiments situés au voisinage des industries chimiques, de cimenteries ...
AF3	Intermittente ou accidentelle	Actions de courte durée ou accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant	Laboratoires d'usines, laboratoires d'enseignement, garages, chaufferies ...
AF4	Permanente	Actions permanentes de produits chimiques, corrosifs ou polluants	Industries chimiques, industries dans lesquelles il est fait usage de produits chimiques ou corrosifs (peintures, chromage, hydrocarbures, matières plastiques...) …

Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux chocs* », on utilise un code de deux lettres *AG* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 conformément à ce qui suit:

- *AG1:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 1 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-4; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage domestique ou analogue;
- *AG2:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 6 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-7; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage industriel;
- *AG3:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 60 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-11; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions sévères d'emploi du matériel pour usage industriel.

Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux vibrations* », on utilise un code de deux lettres *AH* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 comme le mentionne le *tableau 2.11*.

Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Code	*Vibrations*	*Conditions*	*Exemples*
AH1	Faibles	Aucune vibration	Locaux domestiques et, de façon générale, les matériels fixes sans moteur …
AH2	Moyennes	Faibles vibrations	Matériels comportant des moteurs ou des parties mobiles …
AH3	Importantes	Vibrations importantes	Voisinage de tamis vibrants, d'appareils vibrateurs …

Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Pour caractériser l'influence externe « *présence* de *flore et/ou moisissures* et celle de la *faune* », on utilise un code constitué respectivement des lettres *AK* et *AL* suivies des chiffres 1 ou 2, comme le mentionne le *tableau 2.12*.

Tableau 2.12. Influences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Code	*Flore et faune*	*Conditions*	*Exemples*
Présence de flore et/ou moisissures			
AK1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la flore ou aux moisissures
AK2	Risques	Protection spéciale	Développement nuisible de la végétation ou son abondance
Présence de faune			
AL1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la faune
AL2	Risques	Protection spéciale	Présence d'insectes, d'animaux ou d'oiseaux en quantité nuisible ou de nature agressive

Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Pour caractériser l'influence externe « *influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes* », on utilise un code constitué des lettres *AM* suivies des chiffres 1 à 6, comme le mentionne le *tableau 2.13*.

Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Code	*Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisants*
AM1	Absence d'effets nuisibles dus à des courants vagabonds, des radiations électromagnétiques, des rayonnements ionisants ou des courants induits
AM2	Présence nuisible de courants vagabonds
AM3	Présence nuisible de radiations électromagnétiques
AM4	Présence nuisible de rayonnements ionisants
AM5	Influences électrostatiques nuisibles
AM6	Présence nuisible de courants induits

Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN)

Pour caractériser l'influence externe « *rayonnements solaires* », on utilise un code constitué des lettres *AN* suivies des chiffres 1 à 2, comme le mentionne le *tableau 2.14*.

Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN)

Code	*Rayonnements solaires*
AN1	Négligeables
AN2	Rayonnements solaires nuisibles en intensité ou en durée

Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA)

Pour caractériser l'influence externe « *compétence des personnes* », on utilise un code composé des lettres *BA* suivi d'un chiffre de 1 à 5 comme indiqué dans le *tableau 2.15*.

Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Conditions*	*Exemples*
BA1	Ordinaires	Personnes non classifiées ci-après	Locaux à usage domestique ou analogue, locaux recevant du public général ...
BA2	Enfants	Enfants se trouvant dans les locaux qui leur sont destinés	Crèches et garderies d'enfants ...
BA3	Handicapés	Personnes ne disposant pas de toutes leurs capacités mentales ou physiques	Hospices pour invalides ou vieillards ou aliénés mentaux ...
BA4	Averties	Personnes qui: – soit sont suffisamment informées des risques liés à l'électricité pour les travaux qui leur sont confiés – soit sont surveillées de façon permanente par une personne qualifiée (BA5) pendant les travaux qui leur sont confiés afin de réduire les risques électriques au minimum	Agents d'exploitation ou d'entretien des installations électriques ...
BA5	Qualifiées	Personnes qui, par leurs connaissances acquises par formation ou par expérience, peuvent évaluer elles-mêmes les risques liés aux travaux à exécuter et peuvent déterminer les mesures à prendre pour éliminer ou limiter au minimum les risques spécifiques y afférents	Ingénieurs, techniciens chargés de l'exploitation des installations électriques ...

Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB)

Pour caractériser l'influence externe « *humidité de la peau* », on utilise un code composé des lettres *BB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3, comme le mentionne le *tableau 2.16*.

Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur
BB2	Peau mouillée
BB3	Peau immergée dans l'eau

Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Pour caractériser l'influence externe « *contact des personnes avec le potentiel de terre* », on utilise un code composé des lettres *BC* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.17*.

Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Code	*Contact des personnes avec le potentiel de terre*	*Conditions*	*Exemples*
BC1	Nuls	Les personnes se trouvent dans les locaux ou emplacements non conducteurs	Locaux dont les sols et les parois sont isolants et ne comportent aucun élément conducteur
BC2	Faibles	Les personnes ne touchent pas normalement des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont isolants ou isolés et contiennent peu d'éléments conducteurs, tels que chambres, salles de séjour des logements d'habitation, bureaux ...
BC3	Fréquents	Les personnes sont en contact fréquent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont conducteurs et comportent de nombreux éléments conducteurs ...
BC4	Continus	Les personnes sont en contact permanent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre et leurs possibilités de mouvements sont généralement limitées	Enceintes conductrices telles que cuves métalliques, chaudières et réservoirs métalliques ...

Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Pour caractériser l'influence externe « *possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence* », on utilise un code composé des lettres *BD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.18*.

Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Code	*Possibilité d'évacuation*	*Conditions*		*Exemples*
		Densité d'occupation	*Conditions d'évacuation*	
BD1	Normale	Faible	Faciles	Bâtiments à usage d'habitation, de hauteur inférieure à 25 m …
BD2	Longue	Faible	Difficiles	Bâtiments élevés de hauteur égale ou supérieure à 25 m …
BD3	Encombrée	Importante	Faciles	Etablissements recevant du public …
BD4	Longue et encombrée	Importante	Difficiles	Etablissements recevant du public dans des bâtiments élevés (hauteur supérieure à 25 m) …

Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Pour caractériser l'influence externe « *nature des matières traitées ou entreposées* », on utilise un code composé des lettres *BE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.19*.

Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Code	*Nature des matières traitées ou entreposées*	*Conditions*	*Exemples*
BE1	Risques négligeables	Absence ou quantités négligeables de matières inflammables, explosives ou susceptibles de contaminer	Locaux à usage domestique …
BE2	Risques d'incendie	Traitement ou stockage de matières combustibles et de liquides inflammables à point d'éclair supérieur à 55 °C	Granges, menuiseries, fabriques de papier, chaufferies, parkings, bibliothèques, salles d'archives, réserves magasin ...
BE3	Risques d'explosion	Traitement ou stockage de matières explosives ou de liquides inflammables ayant un point d'éclair inférieur ou égal à 55 °C, y compris la présence de poussières explosives	Raffineries, dépôts d'hydrocarbures, dépôts de carburants, dépôts de munitions, fabriques de certaines matières plastiques …
BE4	Risques de contamination	Présence d'aliments, de produits pharmaceutiques non protégés, bris de lampes	Industries alimentaires, grandes cuisines, industries et laboratoires pharmaceutiques …

Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA)

Pour caractériser l'influence externe « *matériaux de construction* », on utilise un code composé des lettres *CA* suivies du chiffre 1 ou 2, comme mentionné au *tableau 2.20.*

Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA)

Code	*Matériaux de construction*	*Conditions*	*Exemples*
CA1	Matériaux non combustibles	-	-
CA2	Matériaux combustibles	Bâtiments construits principalement en matériaux combustibles	Bâtiments en bois ...

Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB)

Pour caractériser l'influence externe « *structure des bâtiments* », on utilise un code composé des lettres *CB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme mentionné au *tableau 2.21.*

Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments

Code	*Structure des bâtiments*	*Conditions*	*Exemples*
CB1	Risques négligeables	Constructions classiques et stables	-
CB2	Propagation d'incendie	Bâtiments dont la forme et les dimensions peuvent faciliter la propagation d'un incendie	Bâtiments élevés Bâtiments dont au moins un compartiment a une surface: - soit supérieure à 2500 m² sur un niveau; - soit supérieure à 1250 m² sur deux niveaux. …
CB3	Mouvements	Risques dus à des mouvements de structure	Bâtiments de grande longueur ou construits sur des terrains non stabilisés de telle sorte qu'il puisse en résulter des déplacements entre différentes parties du bâtiment ou entre le bâtiment et le sol …
CB4	Flexibles ou instables	Constructions fragiles ou pouvant être soumises à des mouvements et à des oscillations	Tentes, faux plafonds, cloisons démontables, structures gonflables …

Chapitre 2.11. Travaux et vérification

Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques

Travaux: toute forme de travaux où il y a un danger électrique. Il peut s'agir de travaux électriques et non électriques et de travaux d'exploitation.

Travaux électriques: travaux sur, avec ou dans l'environnement d'une installation électrique (tels que essais et mesures, réparations, nettoyage d'accessoires électriques, remplacements, modifications, extensions et entretien...) et qui concernent directement l'installation électrique.

Travaux non électriques: travaux dans l'environnement d'une installation électrique (tels que terrassements, travaux de construction, d'élagage, de nettoyage, de peinture...) et qui ne concernent pas directement l'installation électrique.

Travaux d'exploitation: travaux de manœuvre, de commande et de contrôle aux installations électriques.

Travaux de manœuvre et de commande: les manœuvres et commandes ont pour but de changer l'état électrique d'une installation électrique, pour utiliser un équipement, pour connecter, déconnecter, mettre en route ou arrêter des équipements. Ceci s'applique aussi aux séparations ou aux reconnexions des installations dans le but de l'exécution de travaux.

Travaux de contrôle*:* les contrôles peuvent comprendre:
- des contrôles visuels;
- des essais;
- des mesures.

Les contrôles ont pour but de vérifier la configuration, l'état d'entretien ou la conformité d'une installation électrique.

Les essais comprennent toutes les activités conçues pour vérifier le fonctionnement ou l'état électrique, mécanique ou thermique d'une installation électrique. Les essais comprennent également les activités destinées par exemple à tester l'efficacité des protections électriques et des circuits de sécurité.

Les mesures comprennent toutes les activités destinées à la mesure de grandeurs physiques dans une installation électrique.

Travaux sous tension: travaux au cours desquels une personne entre en contact avec des pièces nues sous tension ou pénètre dans la zone sous tension soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs.

Travaux au voisinage de pièces sous tension: travaux au cours desquels une personne pénètre dans la zone de voisinage soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs, sans pénétrer dans la zone sous tension.

Travaux hors tension: travaux sur des installations électriques qui ne sont ni sous tension ni chargées électriquement, réalisés après avoir pris toutes mesures pour prévenir le risque électrique.

Chargé des travaux: personne désignée pour diriger des travaux.

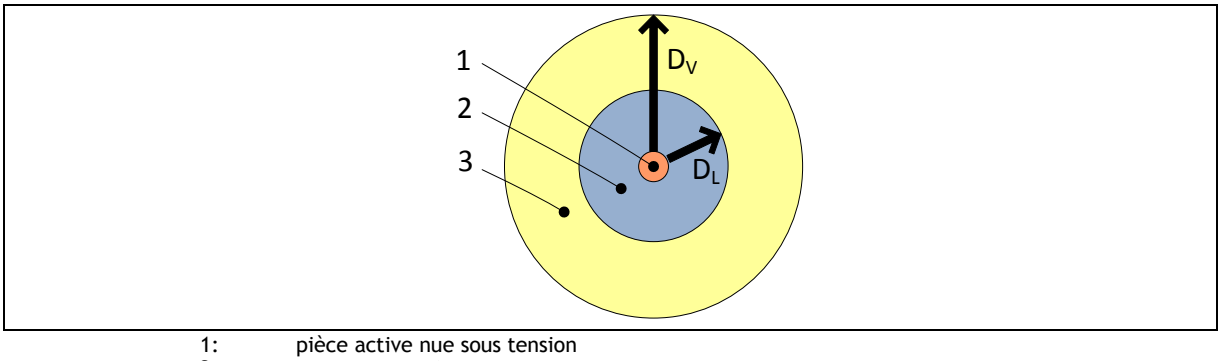
Chargé de l'installation: personne désignée pour assumer la responsabilité de l'exploitation de l'installation électrique. Cette responsabilité peut être déléguée en partie à d'autres personnes si nécessaire.

Zone de travail: *e*space dans lequel les travaux sont réalisés.

Zone de voisinage: espace délimité entourant la zone sous tension comme défini dans les trois figures et dans le tableau ci-dessous.

Zone sous tension: espace délimité entourant les pièces actives nues sous tension comme défini dans les *figures 2.21.* à *2.23.* et dans le *tableau 2.22.*

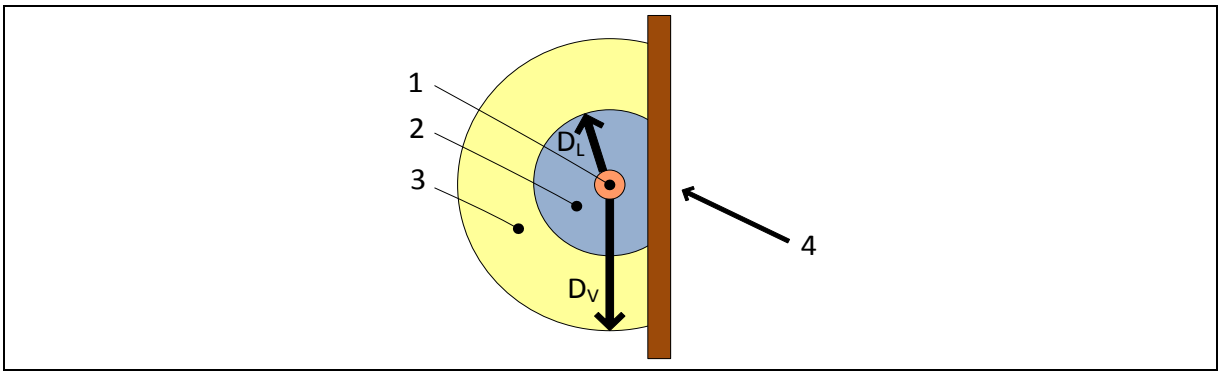
Figure 2.21. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension

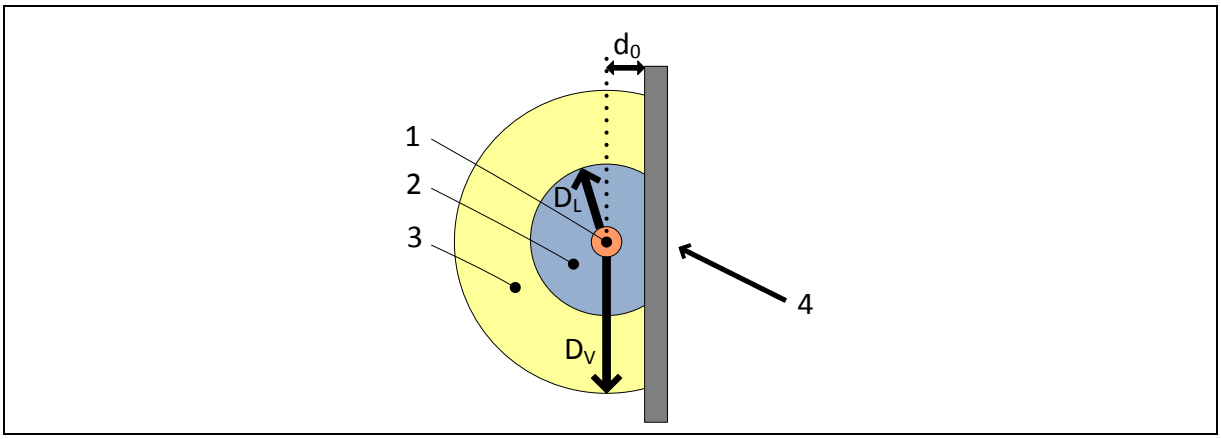
3: zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Figure 2.22. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur isolant permettant d'éviter l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Figure 2.23. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur métallique mis à la terre, faisant partie intégrante de l'installation électrique, permettant d'éviter l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
d_0: distance minimale suivant *la sous-section 5.1.3.2.*
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V

Tension nominale du réseau U_N [kV] (valeur efficace)	Distance D_L définissant la limite extérieure de la zone sous tension [mm]	Distance D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage [mm]
≤1	pas de contact	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
…	Pour des valeurs plus élevées, voir le *Livre 2*	

Note 1: les valeurs intermédiaires de D_L et D_V peuvent être déterminées par interpolation linéaire.
Note 2: pour les installations à courant continu, les mêmes distances peuvent être utilisées en se référant aux valeurs de la tension nominale du réseau.

Section 2.11.2. Vérification des installations électriques

Organisme agréé: organisme de contrôle chargé des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques.

Agent-visiteur: la personne couverte par une habilitation d'un organisme agréé, qui effectue les contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou les visites de contrôle.

Contrôle de conformité avant mise en usage: contrôle de conformité des installations électriques prévu au *chapitre 6.4*.

Visite de contrôle: contrôle des installations électriques prévu au *chapitre 6.5*.

Mise en usage: la première mise à disposition d'une installation électrique à des fins d'exploitation.

Modification importante ou extension importante: modification ou extension d'une installation électrique qui a un impact supplémentaire (pas encore couvert par un contrôle de conformité) sur la sécurité des personnes ou des biens.

Exemples de modification importante ou d'extension importante: modification du schéma de mise à la terre, dépassement de la puissance de court-circuit admissible pour le matériel installé, remplacement non-identique d'un tableau de répartition et de manœuvre, ajout d'un circuit dans une installation domestique, …

Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques

Schéma: représentation graphique qui situe de manière bien ordonnée, à l'aide de lignes et de symboles, comment les différentes parties d'une installation et ses subdivisions sont liées entre elles.

Plan: représentation graphique qui situe à l'échelle la position géographique des différentes parties d'une installation et ses subdivisions.

Schéma fonctionnel ou schéma bloc: schéma qui représente le fonctionnement global de l'installation ou partie d'installation ainsi que ses interdépendances fonctionnelles.

Schéma de circuits: schéma unifilaire ou multifilaire qui représente les circuits élémentaires, leurs interconnexions et le matériel électrique formant l'installation électrique ou partie d'installation et qui en donne sa composition et ses caractéristiques.

Schéma d'exécution: schéma qui représente le montage et le raccordement des différentes parties de l'installation.

Plan de position: plan qui indique la position des différentes parties de l'installation.

Plan de position des prises de terre: plan qui indique la position des prises de terre.

Plan d'ensemble d'un équipement: plan qui indique le positionnement des éléments constitutifs à l'intérieur d'un équipement (tableau de répartition et de manoeuvre, machine électrique, cellule,…).

Document des influences externes: document qui indique les influences externes à prendre en considération dans les différents lieux.

Plan de zonage: plan qui indique les lieux dans lesquels il peut exister un danger d'explosion. Ces lieux sont divisés en différentes zones conformément aux prescriptions du présent Livre.

Rapport de zonage: document qui reprend les données sur lesquelles la détermination des zones et leur étendue est basée, les conclusions et la justification de celles-ci.

Plan d'évacuation: plan qui indique la division et la destination des lieux, la localisation des limites des compartiments, l'emplacement des lieux présentant un danger d'incendie accru, l'emplacement des sorties, des sorties de secours, des lieux de rassemblement après évacuation et le tracé des voies d'évacuation.

Liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile: liste qui reprend les lieux dont leur évacuation peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie.

Plan des installations de sécurité: plan qui reprend les locaux et les compartiments et qui indique:
- la position des sources de sécurité non-intégrées;
- la position des circuits de sécurité;

- la position des consommateurs de sécurité;
- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits de sécurité.

Plan des installations critiques: plan qui reprend les locaux et qui indique:
- la position des circuits critiques;
- la position des consommateurs critiques;
  et si des mesures particulières en cas de perte de la source normale et/ou d'incendie sont d'application:
- la position des sources de remplacement non-intégrées;
- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits critiques.

Les installations critiques peuvent être reprises sur le plan des installations de sécurité à condition que les installations de sécurité et les installations critiques soient repérées sur ce plan de façon à éviter toute confusion.

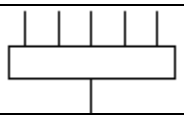
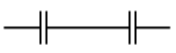
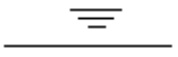
Liste des installations de sécurité et/ou critiques: liste qui reprend :
- le type d'installations de sécurité et/ou d'installations critiques;
- le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité et/ou de chaque consommateur critique (si d'application pour les consommateurs critiques);
- les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité et/ou des installations critiques.

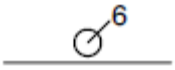
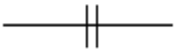
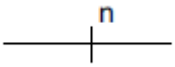
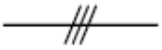
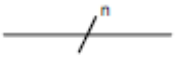
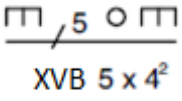
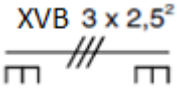
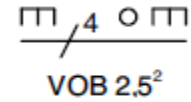
Plan des canalisations souterraines (plan de câbles): plan qui indique la localisation des canalisations électriques souterraines.

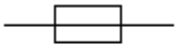
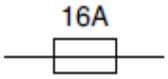
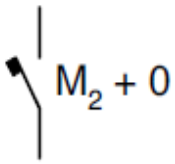
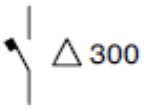
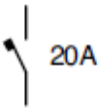
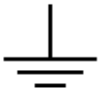
Chapitre 2.13. Symboles graphiques

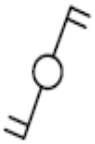
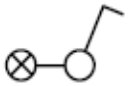
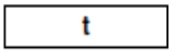
Les symboles à utiliser pour établir le schéma unifilaire et le plan de position d'une installation électrique domestique sont mentionnés dans le *tableau 2.23.*

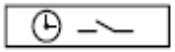
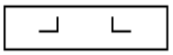
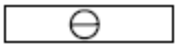
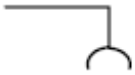
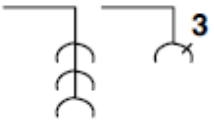
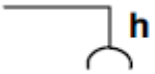
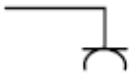
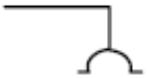
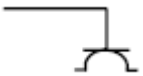
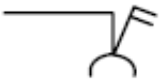
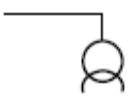
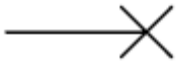
Tableau 2.23. Symboles graphiques

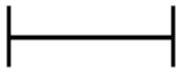
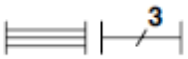
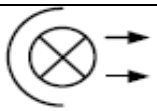
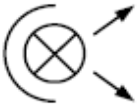
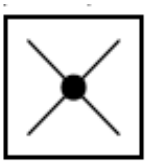
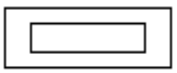
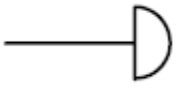
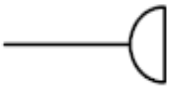
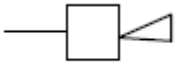
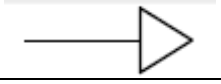
A. Généralités ***Description***	***Symbole***
Courant continu	
Courant alternatif (symbole général)	
Courant alternatif monophasé	
Courant alternatif triphasé	
B. Appareillages électriques ***Description***	***Symbole***
Représentation générale d'un tableau de manœuvre et de répartition	
Exemple de tableau de manœuvre et de répartition avec 5 canalisations électriques	
Boîte Symbole général	
Boîte de connexion, de dérivation, de raccordement	
Coffret de branchement	
Sectionneur de terre	
C. Canalisations ***Description***	***Symbole***
Canalisation électriques Symbole général	
Canalisation électrique souterraine	

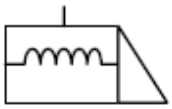
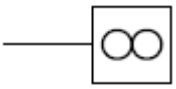
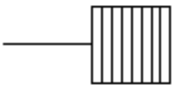
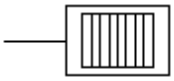
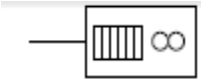
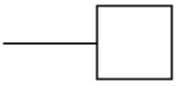
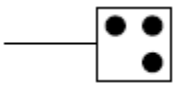
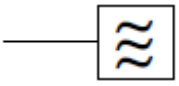
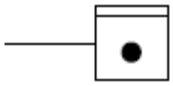
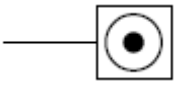
C. Canalisations ***Description***	***Symbole***
Canalisation électrique aérienne	
Canalisation électrique dans un conduit	
Exemple d'un faisceau de six conduits	
Canalisation électrique encastrée dans une paroi	
Canalisation électrique apparente posée sur une paroi	
Canalisation électrique placée dans un conduit encastré dans une paroi	
Deux canalisations électriques	
n canalisations électriques	
Canalisations électriques à 3 conducteurs	
Canalisations électriques à n conducteurs Rem: n donne toujours le nombre total de conducteurs y compris le conducteur neutre éventuel et le conducteur de protection	
Exemples:	
Câble XVB à 5 conducteurs (conducteur neutre éventuel et conducteur de protection y compris) de 4 mm² de section placé dans un tube encastré dans une paroi	
Câble XVB à 3 conducteurs de 2,5 mm² de section posé en apparent sur une paroi	
4 conducteurs isolés VOB dont les conducteurs ont une section de 2,5 mm², l'ensemble étant placé dans un tube encastré dans une paroi	

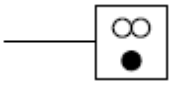
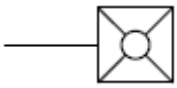
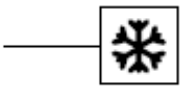
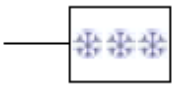
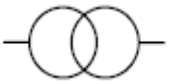
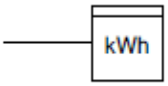
D. Dispositifs de protection ***Description***	***Symbole***
Coupe-circuit à fusible	
Coupe-circuit à fusible d'une intensité nominale de 16A	
Interrupteur automatique ou disjoncteur Les lettres majuscules inscrites à côté de ce symbole spécifient le mode de fonctionnement du disjoncteur. On emploie à cet effet: • la lettre M pour le déclencheur à maximum de courant; • la lettre O pour le déclencheur à manque de tension; • la lettre Δ pour le disjoncteur de terre à relais différentiels. Lorsque le disjoncteur est muni de plusieurs déclencheurs fonctionnant dans des conditions différentes, on sépare les inscriptions correspondantes par le signe + (le nombre de pôles protégés par des déclencheurs est inscrit en indice).	
Exemple : Disjoncteur tripolaire muni de deux déclencheurs à maxima de courant et d'un déclencheur à manque de tension.	
Dispositif de protection à courant différentiel résiduel (ΔIn=300mA)	
Petit disjoncteur d'une intensité nominale de 20A	
Prise de terre, mise à la terre	
E. Interrupteurs ***Description***	***Symbole***
Interrupteur Symbole général	
Interrupteur à lampe témoin. La lampe brille toujours et sert à retrouver l'interrupteur dans l'obscurité	
Interrupteur unipolaire à ouverture retardée	
Interrupteur bipolaire	

E. Interrupteurs ***Description***	***Symbole***
Interrupteur tripolaire	
Commutateur unipolaire (double allumage: pour établir ou interrompre séparément deux circuits d'un seul endroit)	
Interrupteur unipolaire va-et-vient (à deux directions: pour établir ou interrompre un circuit de 2 endroits différents)	
Interrupteur bipolaire va-et-vient (à deux directions)	
Commutateur intermédiaire pour va-et-vient (multidirections: associé avec deux interrupteurs va-et-vient aux deux extrémités, permet d'établir ou interrompre un circuit d'un nombre quelconque d'endroits)	
Gradateur	
Interrupteur unipolaire à tirette	
Interrupteur unipolaire à lampe de signalisation. La lampe brille lorsque l'appareil qu'il dessert, est en service	
Bouton poussoir	
Bouton poussoir à lampe témoin. Pour retrouver le bouton poussoir dans l'obscurité	
Bouton poussoir à accès protégé (glace à briser)	
Minuterie	

Interrupteur horaire	
E. Interrupteurs ***Description***	***Symbole***
Télérupteur	
Thermostat	
Contrôleur de ronde ou dispositif de verrouillage électrique par serrure	
F. Prises de courant ***Description***	***Symbole***
Socle de prise de courant Symbole général	
Socle pour plusieurs prises de courant (figurée pour 3)	
Socle de prise de courant semi-étanche, étanche ou hermétique	
Socle de prise de courant avec contact pour conducteur de protection	
Socle de prise de courant avec protection « enfant »	
Socle de prise de courant avec contact pour conducteur de protection et avec protection « enfant »	
Socle de prise de courant avec interrupteur bipolaire	
Socle de prise de courant avec interrupteur bipolaire de verrouillage	
Socle de prise de courant avec transformateur de séparation des circuits (par exemple: prise rasoir)	
G. Appareils d'utilisation ***Description***	***Symbole***
Point d'attente d'appareil d'éclairage représenté avec canalisation électrique. Point lumineux	

G. Appareils d'utilisation ***Description***	***Symbole***
Point d'attente d'appareil d'éclairage en applique murale	
Luminaire à fluorescence Symbole général	
Luminaire à 3 tubes fluorescents	
Projecteur Symbole général	
Projecteur à faisceau peu divergent	
Projecteur à faisceau divergent	
Luminaire avec interrupteur unipolaire incorporé	
Appareil d'éclairage de sécurité sur circuit de sécurité	
Bloc autonome d'éclairage de sécurité	
Appareil auxiliaire pour lampe à décharge Note: utilisé uniquement quand cet appareil n'est pas incorporé au luminaire	
Sonnerie	
Vibreur, trembleur	
Trompe, corne	
Sirène	

Horloge	
G. Appareils d'utilisation ***Description***	***Symbole***
Horloge mère	
Gâche électrique (ouverture et fermeture de porte)	
Ventilateur (représenté avec canalisation électrique)	
Appareil de chauffage	
Appareil de chauffage à accumulation	
Appareil de chauffage à accumulation avec ventilateur incorporé	
Chauffe-eau électrique	
Chauffe-eau à accumulation	
Appareil électroménager fixe Symbole général	
Cuisinière électrique Taque de cuisson électrique	
Four à micro-ondes	
Four électrique	
Lave-linge	

Sèche-linge	
G. Appareils d'utilisation ***Description***	***Symbole***
Lave-vaisselle	
Frigo	
Congélateur, surgélateur	
Moteur	
Transformateur	
Compteur	

Partie 3. Détermination des caractéristiques générales des installations électriques

CHAPITRE 3.1. GÉNÉRALITÉS 51

Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation 51
Section 3.1.2. Schémas, plans et documents des installations électriques 51
Sous-section 3.1.2.1. Prescriptions générales 51
Sous-section 3.1.2.2. Prescriptions particulières relatives au contenu des schémas de circuits 54
Sous-section 3.1.2.3. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de position 55
Sous-section 3.1.2.4. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de zonage et des rapports de zonage 55
Section 3.1.3. Repérage et indications en basse et très basse tension 55
Sous-section 3.1.3.1. Repérage des circuits 55
Sous-section 3.1.3.2. Repérage du matériel électrique 56
Sous-section 3.1.3.3. Repérage des tableaux de répartition et de manoeuvre 56
CHAPITRE 3.2. ALIMENTATION ET STRUCTURES 56
Section 3.2.1. Puissance d'alimentation 56
Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre 56
Sous-section 3.2.2.1. Introduction 56
Sous-section 3.2.2.2. Mises à la terre en schéma TN 56
Sous-section 3.2.2.3. Mises à la terre en schéma TT 57
Sous-section 3.2.2.4. Mises à la terre en schéma IT 57
Section 3.2.3. Alimentation 58
Section 3.2.4. Division des installations 58
Sous-section 3.2.4.1. Objet 58
Sous-section 3.2.4.2. Absence de séparation électrique 58
CHAPITRE 3.3. COMPATIBILITÉ 58
Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations 58
Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique 59
Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues 59
CHAPITRE 3.4. INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ 59
CHAPITRE 3.5. INSTALLATIONS CRITIQUES 59

Chapitre 3.1. Généralités

Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation

La détermination des caractéristiques suivantes de l'installation est effectuée conformément aux chapitres indiqués:

- l'utilisation prévue de l'installation, sa structure générale et ses alimentations (*chapitre 3.2.*);
- les influences externes auxquelles l'installation est soumise (*chapitre 2.10.*);
- la compatibilité du matériel électrique de l'installation (*chapitre 3.3.*).

Ces caractéristiques sont à prendre en considération pour le choix des mesures de protection pour assurer la sécurité (*partie 4.*), le choix et la mise en œuvre du matériel (*partie 5.*) et le respect des règles spécifiques (*partie 7.*).

Section 3.1.2. Schémas, plans et documents des installations électriques

Les schémas, les plans et les documents reprennent de manière univoque le numéro, la version et la date de la version.

Sous-section 3.1.2.1. Prescriptions générales

a. Installations électriques domestiques

Pour toute installation électrique domestique nouvelle ou pour toute modification importante ou toute extension importante d'une installation électrique domestique existante, la ou les personnes qui ont réalisé cette installation en établissent les schémas unifilaires et les plans de position. Les nom, qualité, numéro de T.V.A. (si d'application) de cette ou de ces personnes sont mentionnés sur les schémas unifilaires et les plans de position. L'adresse du lieu où est placée cette installation électrique est également mentionnée sur les schémas unifilaires et les plans de position. Cette ou ces personnes, de même que l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* du présent Livre, signent et datent les schémas unifilaires et les plans de position. Le propriétaire de l'installation électrique date et signe aussi les schémas unifilaires et les plans de position. Ces schémas et ces plans doivent être conservés par l'organisme agréé précité comme mentionné dans la *sous-section 6.4.6.1.*

Les symboles à utiliser pour établir les schémas unifilaires et les plans de position d'une installation électrique domestique sont mentionnés dans le *chapitre 2.13.*

Pour le schéma unifilaire (*figure 3.1.*): Chaque circuit élémentaire est identifié par une lettre majuscule de l'alphabet. Chaque point lumineux et chaque socle de prise de courant sont identifiés par un numéro donnant l'ordre dans lequel on rencontre ces éléments dans le circuit élémentaire en partant du dispositif de protection contre les surintensités, situé en amont du circuit. La tension et la nature du courant sont mentionnées sur le schéma unifilaire.

Pour le plan de position (*figure 3.2.*): Chaque point lumineux et chaque socle de prise de courant sont identifiés par la lettre attribuée au circuit élémentaire dans lequel ces éléments sont insérés et par le numéro d'ordre qui est attribué à ces éléments au schéma unifilaire de l'installation électrique. Chaque interrupteur est identifié par la lettre du circuit dans lequel il se trouve et le numéro d'ordre du point lumineux ou de l'appareil qu'il commande.

Dans le cas d'une modification ou d'une extension qui ne peut pas être qualifiée d'importante, il n'est pas obligatoire d'établir un nouveau schéma unifilaire de l'installation électrique. Il suffit d'établir une description succincte de la modification ou de l'extension de l'installation. Cette description, qui comporte les nom, qualité et adresse de la ou des personnes responsables de l'exécution du travail, est datée et signée par celles-ci.

Toute modification ou toute extension apportée à une installation électrique domestique est représentée sur le plan de position des éléments de l'installation électrique qui donne, à tout moment, la situation existante des éléments de l'installation électrique.

Toute ancienne partie de l'installation électrique dont la réalisation sur place a été entamée avant le 1/10/1981 et figurant sur les schémas unifilaires est indiquée par un cartouche à l'intérieur duquel il est mentionné « partie ancienne ».

Figure 3.1. Exemple de schéma unifilaire

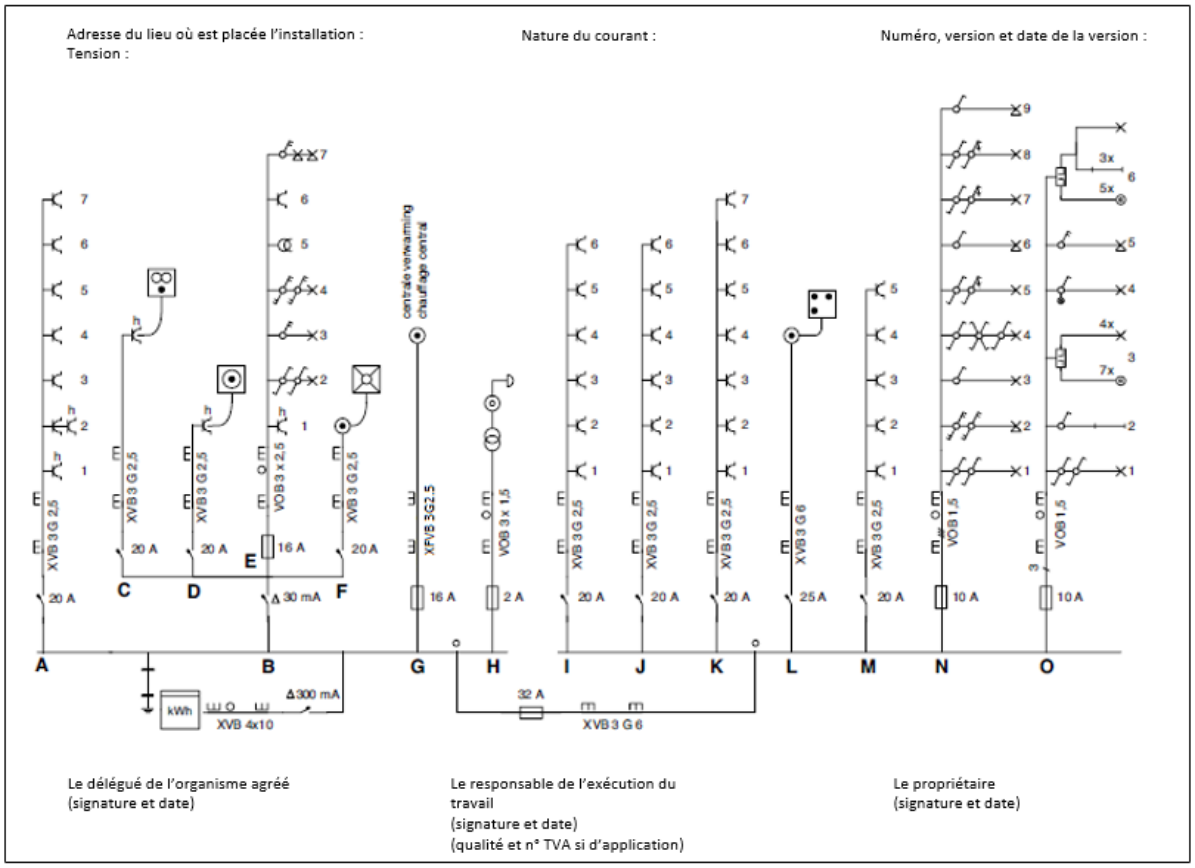
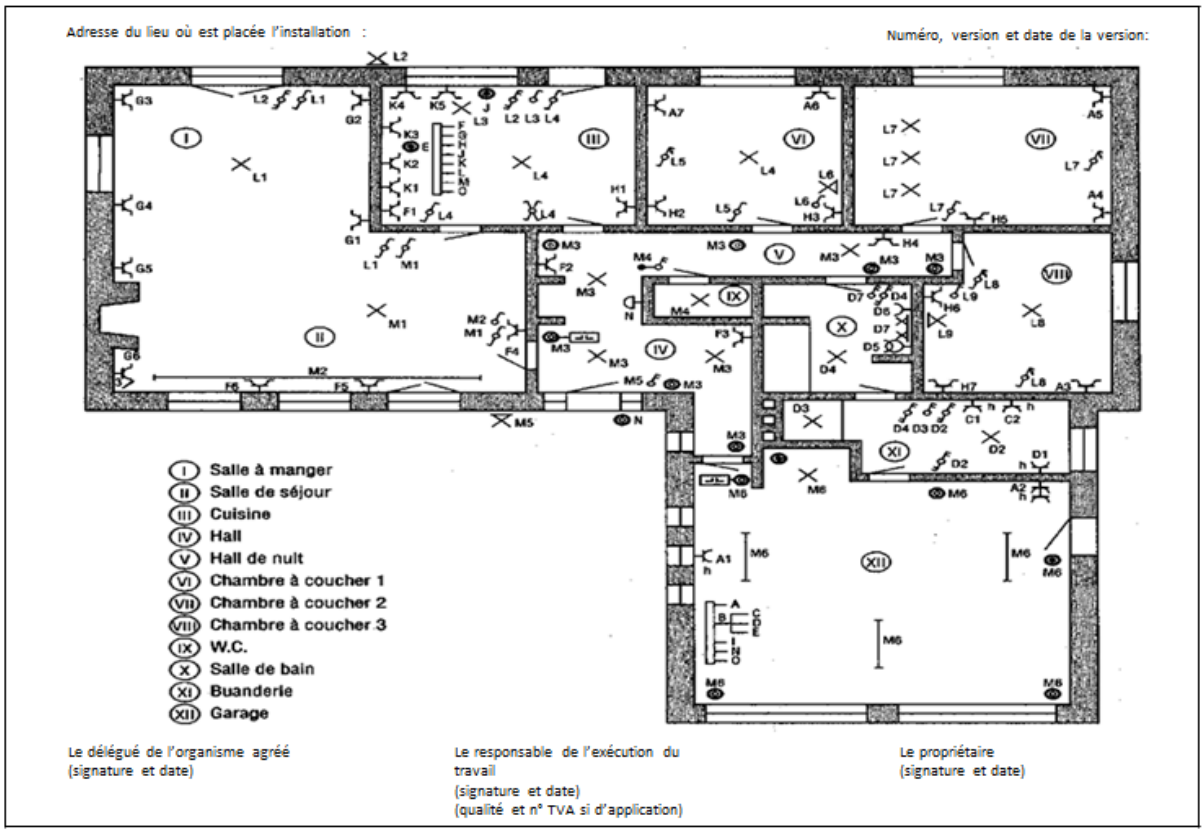


Figure 3.2. Exemple de plan de position



Si d'application, les schémas unifilaires et les plans de position sont complétés d'un ou d'une:

- liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile;
- plan des installations de sécurité et/ou des installations critiques;
- liste des installations de sécurité et/ou critiques.

Les installations de sécurité et les installations critiques (sources, circuits et consommateurs) sont identifiées de manière univoque sur les schémas unifilaires.

b. Installations électriques non-domestiques

Toute installation électrique fait l'objet d'un ou plusieurs:

- schémas de circuits;
- plans de position;
- plans de position des prises de terre;
- documents des influences externes.

Si d'application, les schémas, plans et documents mentionnés ci-avant sont complétés d'un/d'une:

- plan de zonage;
- rapport de zonage;
- liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile;
- plan des installations de sécurité et/ou des installations critiques;
- liste des installations de sécurité et/ou critiques.

Le propriétaire d'une canalisation électrique souterraine est, en tout temps, à même de tenir à disposition les plans des canalisations souterraines, ou à défaut, de donner les indications nécessaires pour localiser celle-ci.

Si nécessaire pour la compréhension, l'installation correcte et l'exploitation sûre, ces schémas, plans et documents sont complétés par des:

- schémas fonctionnels;
- schémas d'exécution;

- des plans d'ensemble des équipements.

c. Annexes aux schémas, plans et documents

Les schémas, plans et documents peuvent être complétés par des documents reprenant de façon plus détaillée les différentes caractéristiques du matériel électrique et/ou des produits.

d. Disponibilité des schémas, des plans, des documents et de leurs annexes

Les schémas, plans, documents et leurs annexes visés aux *points a., b. et c.* ci-dessus sont actualisés et sont tenus sur place à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler, entretenir, réparer ou transformer l'installation.

Sous-section 3.1.2.2. Prescriptions particulières relatives au contenu des schémas de circuits

a. Installations électriques domestiques

Les schémas unifilaires reprennent au moins:

- les caractéristiques des canalisations électriques: type, section, nombre des conducteurs;
- le mode de pose des canalisations électriques;
- le type et les caractéristiques des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel;
- le type et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surintensités;
- les interrupteurs;
- les boîtes de connexion;
- les boîtes de dérivation;
- les socles de prises de courant;
- les points lumineux;
- les machines et appareils fixes.

b. Installations électriques non-domestiques

Les schémas de circuits et/ou leurs annexes reprennent au moins:

- les tensions nominales et la nature des courants;
- le schéma de mise à la terre;
- les courants de court-circuit présumés maximums > 3000 A à l'origine de l'installation et au niveau de chaque tableau de répartition et de manoeuvre;
- la nature, la constitution et les caractéristiques des circuits;
- les circuits;
- les caractéristiques des sources (alternateurs, transformateurs, convertisseurs, …), notamment:
  - la puissance apparente;
  - les tensions nominales;
  - les courants nominaux;
  - les impédances (si disponible).
- les caractéristiques des canalisations électriques y compris des conducteurs de protection, notamment:
  - le mode de pose;
  - la nature, le nombre et la section des conducteurs;
  - la longueur des canalisations électriques.
- les caractéristiques des dispositifs de protection, notamment:
  - le courant assigné;
  - le pouvoir de coupure;
  - la nature et les caractéristiques de coupure, y compris les réglages.
- les caractéristiques des interrupteurs, interrupteurs-sectionneurs et contacteurs, comme:
  - le courant assigné;
  - si nécessaire, la catégorie d'emploi.

Les installations de sécurité et les installations critiques (sources, circuits et consommateurs) sont identifiées de manière univoque sur les schémas de circuits.

Sous-section 3.1.2.3. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de position

a. Installations électriques domestiques

Les plans de position indiquent la position:

- des tableaux de répartition et de manoeuvre;
- des boîtes de connexion;
- des boîtes de dérivation;
- des socles de prise de courant;
- des points lumineux;
- des interrupteurs;
- des machines et appareils fixes,

dont mention est faite sur le schéma unifilaire.

b. Installations électriques non-domestiques

Les plans de position indiquent la position:

- des tableaux de répartition et de manoeuvre;
- des socles de prise de courant;
- des interrupteurs;
- des points lumineux;
- des machines et des appareils fixes,

dont mention est faite sur le schéma de circuits.

Les socles de prise de courant, les interrupteurs, les points lumineux, les machines et appareils fixes ne doivent pas apparaître sur le plan si le tracé de leurs canalisations électriques et les extrémités sont
clairement identifiés ou facilement identifiables.

Sous-section 3.1.2.4. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de zonage et des rapports de zonage

Les plans de zonage et les rapports de zonage reprennent notamment:

- les caractéristiques physico-chimiques des produits nécessaires au classement en zone et au choix du matériel tels que définis dans le *chapitre 7.102.*;
- les sources d'émission;
- le type de ventilation;
- l'indication et la délimitation des zones;
- le groupe de gaz du matériel admissible (seulement si d'application);
- la catégorie du matériel admissible;
- la classe de température ou la température de surface admissible du matériel admissible.

Section 3.1.3. Repérage et indications en basse et très basse tension

Sous-section 3.1.3.1. Repérage des circuits

Les dispositifs de commande, de protection et de sectionnement des circuits sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des surveillances, contrôles, entretiens, réparations, modifications ou extensions de l'installation.

Les circuits raccordés en amont de l'interrupteur général du tableau de répartition et de manœuvre se doivent d'être repérés comme tels.

Pour permettre l'identification des canalisations électriques, il est fait usage, si cela est indispensable, de repérages qui sont répétés de distance en distance.

Les systèmes de supports qui présentent en combinaison avec des canalisations électriques la caractéristique FR2 ou une caractéristique équivalente à FR2, sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui reprend leur poids admissible par mètre courant.

Des prescriptions particulières pour les installations de sécurité et critiques sont prévues à la *section 5.5.8.* (installations de sécurité) et à la *sous-section 5.6.2.5.* (installations critiques).

Sous-section 3.1.3.2. Repérage du matériel électrique

Les machines et appareils fixes et les ensembles d'appareillage à basse tension sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les socles de prise de courant, les interrupteurs et les points lumineux ne doivent pas être repérés si l'origine de leur circuit d'alimentation est identifiable.

Sous-section 3.1.3.3. Repérage des tableaux de répartition et de manoeuvre

a. Installations électriques domestiques

Les tableaux de répartition et de manoeuvre sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée. La tension d'alimentation est indiquée clairement de manière apparente sur chaque tableau de répartition et de manoeuvre.

b. **Installations électriques non-domestiques**

Les tableaux de répartition et de manoeuvre sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels. Le repérage individuel sur chaque tableau de répartition et de manœuvre indique:

- le numéro d'identification du tableau de répartition et de manoeuvre;
- la tension d'alimentation du tableau de répartition et de manoeuvre;
- le schéma de mise à la terre du tableau de répartition et de manoeuvre;
- le courant de court-circuit présumé maximal au niveau du tableau de répartition et de manœuvre;
- l'utilisation de la technique de filiation (*sous-section 4.4.1.4.*) dans le tableau de répartition et de manoeuvre (si d'application).

Chapitre 3.2. Alimentation et structures

Section 3.2.1. Puissance d'alimentation

La détermination de la puissance d'alimentation est essentielle pour une conception économique et sûre d'une installation dans les limites de température et de chute de tension.

En déterminant la puissance d'alimentation d'une installation ou d'une partie de celle-ci, il peut être tenu compte des facteurs de simultanéité et d'utilisation des récepteurs.

Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre

Sous-section 3.2.2.1. Introduction

Les types de schémas de mise à la terre suivants sont pris en considération dans le cadre du présent Livre:

- le schéma TN (et ses variantes);
- le schéma TT;
- le schéma IT.

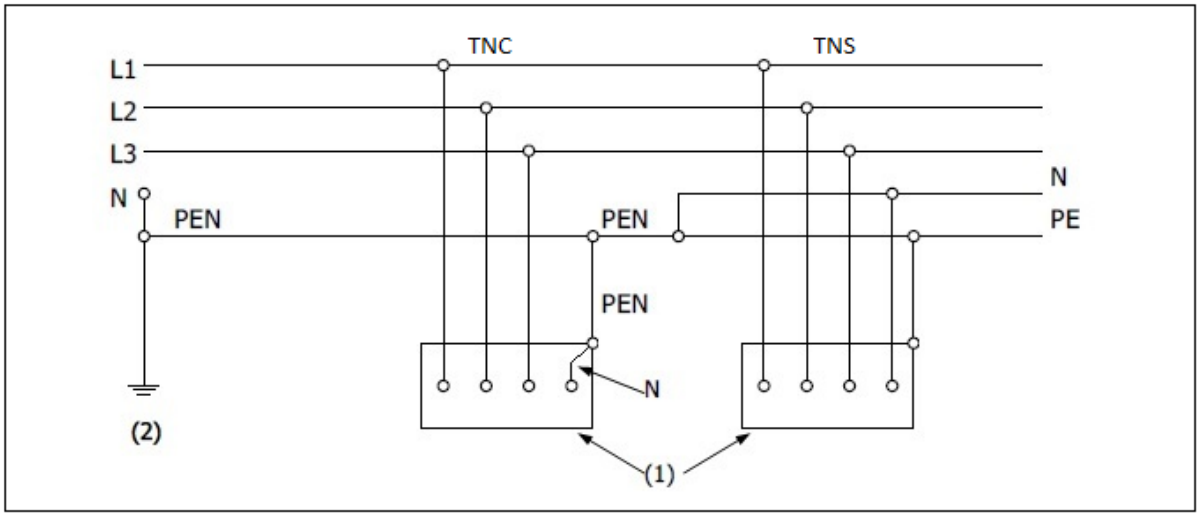
Sous-section 3.2.2.2. Mises à la terre en schéma TN

Un point de l'alimentation, comme par exemple le point neutre de chaque génératrice ou transformateur, est mis à la terre. Le conducteur de protection est relié à ce point neutre et installé dans tout le réseau de distribution. Lorsque le point neutre n'est ni disponible, ni accessible, un conducteur de phase de chaque génératrice ou transformateur est mis à la terre. Dans ce cas, le conducteur de phase correspondant et le conducteur de protection sont distincts.

Le conducteur de protection est mis à la terre à proximité de chaque génératrice ou transformateur. De plus, il est mis à la terre en des points multiples, répartis aussi régulièrement que possible, pour s'assurer que le potentiel du conducteur de protection demeure, en cas de défaut, aussi proche que possible de celui de la terre.

Les masses du matériel électrique sont reliées au conducteur de protection visé ci-avant.

Figure 3.3. Schéma TN-C-S



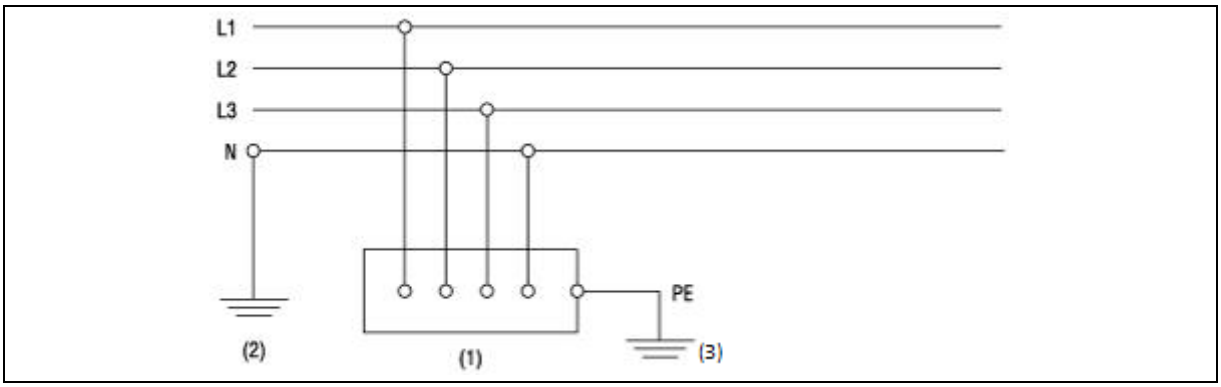
(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation

Sous-section 3.2.2.3. Mises à la terre en schéma TT

Un point de l'alimentation, comme par exemple le point neutre de chaque génératrice ou transformateur, est mis à la terre. Si le point neutre n'existe pas ou s'il n'est pas accessible, un conducteur de phase de chaque génératrice ou transformateur est mise à la terre. Il peut en être de même du conducteur correspondant du réseau de distribution.

Les masses du matériel électrique sont reliées, soit individuellement, soit en groupes, soit ensemble, à une ou plusieurs prises de terre indépendantes de celles visées ci-avant.

Figure 3.4. Schéma TT



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Prise de terre de la masse

Sous-section 3.2.2.4. Mises à la terre en schéma IT

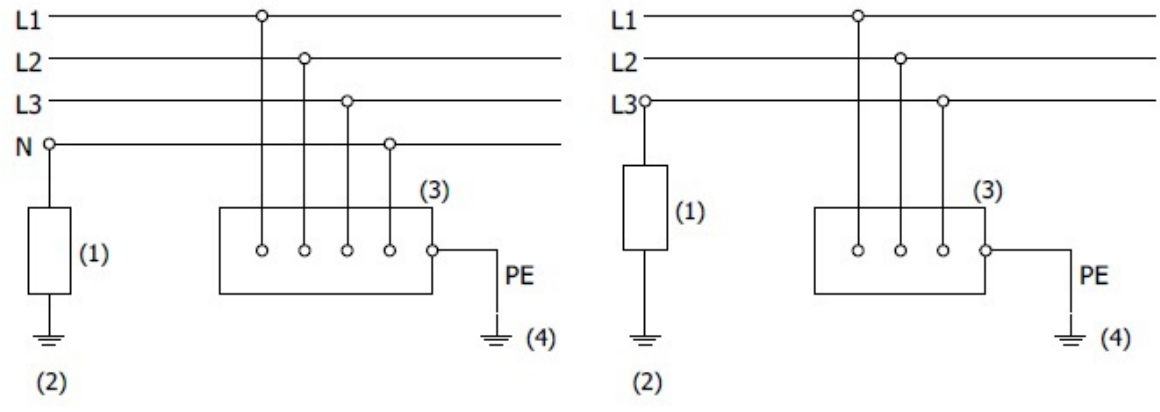
Le point neutre n'est pas mis à la terre ou l'est par l'intermédiaire d'une impédance suffisamment élevée. Aucun conducteur actif n'est relié directement à la terre. Un point de l'installation peut cependant être relié à la terre à travers une impédance appropriée. Un neutre artificiel peut être relié à la terre à travers une impédance appropriée. Un neutre artificiel peut être directement relié à la terre si l'impédance homopolaire a une valeur satisfaisante. Afin de réduire les surtensions et d'amortir les oscillations de potentiel de l'installation par rapport à la terre, on peut prévoir des mises à la terre supplémentaires par l'intermédiaire d'impédances ou de points neutres artificiels, leurs caractéristiques étant appropriées à celles de l'installation.

Le conducteur neutre éventuel est isolé et installé dans les mêmes conditions qu'un conducteur de phase.

Les masses du matériel électrique sont mises à la terre, soit individuellement soit par groupes, soit ensemble. Toutefois, les masses qui sont simultanément accessibles sont reliées au même conducteur de protection.

Dans les installations électriques dont les parties actives ne sont pas reliées directement à la terre, le matériel électrique alimenté entre phase et neutre est choisi de manière telle que son isolation corresponde au moins à la tension entre phases.

Figure 3.5. Schéma IT



(1) Impédance (installée ou non)
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Masse
(4) Prise de terre de la masse

Section 3.2.3. Alimentation

Les caractéristiques suivantes de l'alimentation doivent être déterminées :
- nature du courant et fréquence;
- valeur de la tension nominale;
- valeur du courant de court-circuit présumé, à l'origine de l'installation;
- possibilité de satisfaire aux besoins de l'installation (p.ex.: puissance nécessaire, nécessité d'une alimentation de secours…).

Section 3.2.4. Division des installations

Sous-section 3.2.4.1. Objet

L'installation électrique est divisée, si nécessaire, en plusieurs circuits pour limiter les conséquences d'un défaut ainsi que pour faciliter la recherche des défauts, les contrôles et l'entretien.

Ces circuits sont conçus et réalisés de façon qu'ils ne puissent pas être alimentés involontairement par un autre circuit.

Sous-section 3.2.4.2. Absence de séparation électrique

Lorsque le circuit est alimenté à partir d'un réseau à tension plus élevée par des appareils sans séparation électrique, tels que autotransformateurs, potentiomètres, dispositifs semi-conducteurs..., le circuit ainsi alimenté est considéré comme faisant partie du réseau d'alimentation.

Chapitre 3.3. Compatibilité

Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations

Les installations électriques et non électriques sont disposées de manière à éviter toute influence mutuelle dangereuse.

Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique

Lorsque les machines, appareils et canalisations électriques parcourus par des courants de nature ou de tensions différentes sont groupés en un même lieu ou en un même ensemble d'appareillage, tous les appareils électriques, machines électriques, canalisations électriques et appareils de commande appartenant à un même genre de courant ou à une même tension sont séparés des autres, dans toute la mesure du possible. Ils sont en outre repérés conformément aux *sections 3.1.3.* et *5.1.6.*

Des dispositions appropriées, d'après les règles de l'art, sont prises pour que le fonctionnement et la manœuvre du matériel électrique ne puissent avoir des effets nuisibles sur d'autres machines, appareils ou canalisations électriques ou sur la source d'alimentation.
Ces effets concernent notamment:
- les surtensions transitoires;
- les courants de démarrage;
- les courants harmoniques;
- les composantes continues;
- les oscillations à haute fréquence;
- les courants de fuite;
- la fourniture de courant au réseau d'alimentation par certaines machines ou certains appareils de l'installation.

Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues

Toute installation de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues est pourvue des dispositifs nécessaires à garantir la prévention des risques dus aux influences mutuelles entre ces installations et les autres installations électriques, du point de vue de la protection contre les chocs électriques, l'incendie et les effets thermiques ainsi que du point de vue du fonctionnement satisfaisant (compatibilité), par exemple:
- séparation suffisante entre les câbles de télécommunication et les autres canalisations électriques;
- schémas de mise à la terre communs ou séparés suivant les besoins de fonctionnement;
- choix et réalisation du câblage et des matériels fixes de télécommunication.

La référence au fonctionnement satisfaisant (compatibilité) vise les précautions à prendre contre les interférences mutuelles autres que les perturbations radio-électriques entre les télécommunications et les autres installations.

Le choix et la réalisation des matériels de télécommunication sont considérés uniquement du point de vue de leur sécurité et de leur compatibilité par rapport aux autres installations électriques.

Concernant l'alimentation en énergie de ces installations, les mesures de sécurité électrique et de garantie de fonctionnement ainsi que définies soit dans la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme sont d'application.

Chapitre 3.4. Installations de sécurité

Des prescriptions pour les installations de sécurité sont reprises au *chapitre 5.5.*

Chapitre 3.5. Installations critiques

Des prescriptions pour les installations critiques sont reprises au *chapitre 5.6.*

Partie 4. Mesures de protection

CHAPITRE 4.1. INTRODUCTION 63

CHAPITRE 4.2. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 63

Section 4.2.1. Généralités 63

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc 63

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés 63

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct 63

Sous-section 4.2.2.1. Lors de l'emploi de la basse tension 63

Sous-section 4.2.2.2. Lors de l'emploi de la très basse tension et de la très basse tension de sécurité 65

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux ordinaires 65

Sous-section 4.2.2.4. Dans les lieux du service électrique 66

Sous-section 4.2.2.5. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux 68

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect 76

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en basse tension 76

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre 76

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive en basse tension sans coupure automatique de l'alimentation 77

Sous-section 4.2.3.4. Protection active en basse tension avec coupure automatique de l'alimentation et avertissement éventuel 81

Section 4.2.4. Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en BT et TBT 87

Sous-section 4.2.4.1. Domaine d'application 87

Sous-section 4.2.4.2. Influences externes 88

Sous-section 4.2.4.3. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les lieux domestiques 88

Sous-section 4.2.4.4. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les lieux non-domestiques 89

Section 4.2.5. Mesures de protection en très basse tension 90

Sous-section 4.2.5.1. Alimentation en très basse tension (TBT) 90

Sous-section 4.2.5.2. Installations électriques en très basse tension fonctionnelle (TBTF) 90

Sous-section 4.2.5.3. Installations électriques en très basse tension de sécurité (TBTS) et en très basse tension de protection (TBTP) 91

Sous-section 4.2.5.4. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTP 92

Sous-section 4.2.5.5. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTS 92

CHAPITRE 4.3. PROTECTION CONTRE LES EFFETS THERMIQUES 92

Section 4.3.1. Généralités 92

Sous-section 4.3.1.1. Principes 92

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques 92

Sous-section 4.3.1.3. Influences externes 93

Section 4.3.2. Protection contre les brûlures 93

Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible 93

Sous-section 4.3.2.2. Règles complémentaires pour l'influence externe BA2 94

Sous-section 4.3.2.3. Installation du matériel électrique 94

Section 4.3.3. Protection contre l'incendie 94

Sous-section 4.3.3.1. Généralités 94

Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques 94

Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu 95

Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles 95

Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie 97

Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru 98
Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie 100
Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive 101
CHAPITRE 4.4. PROTECTION ÉLECTRIQUE CONTRE LES SURINTENSITÉS 101
Section 4.4.1. Généralités 101
Sous-section 4.4.1.1. Principe 101
Sous-section 4.4.1.2. Surintensités 101
Sous-section 4.4.1.3. Dispositif de protection commun 102
Sous-section 4.4.1.4. Dispositifs de protection placés en série 102
Sous-section 4.4.1.5. Courant admissible dans les canalisations électriques 102
Sous-section 4.4.1.6. Branchements des utilisateurs de réseau 103
Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension 103
Sous-section 4.4.2.1. Dispositif de protection contre les courts-circuits 103
Sous-section 4.4.2.2. Emplacement des dispositifs de protection 103
Section 4.4.3. Protection contre les surcharges en basse et très basse tension 104
Sous-section 4.4.3.1. Principe 104
Sous-section 4.4.3.2. Dispositif de protection contre les surcharges 104
Sous-section 4.4.3.3. Dispenses 104
Sous-section 4.4.3.4. Canalisations électriques raccordées en parallèle 105
Section 4.4.4. Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension 105
Sous-section 4.4.4.1. Coupure du conducteur affecté 105
Sous-section 4.4.4.2. Protection des circuits monophasés 105
Sous-section 4.4.4.3. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre non distribué 105
Sous-section 4.4.4.4. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre distribué 105
Sous-section 4.4.4.5. Schéma IT avec conducteur neutre distribué 106
Sous-section 4.4.4.6. Conducteur PEN 106
Sous-section 4.4.4.7. Ordre de coupure des conducteurs de phase et du neutre 106
CHAPITRE 4.5. PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS 106
Section 4.5.1. Principe 106
Section 4.5.2. Précautions d'installation 106
Section 4.5.3. Limiteurs de surtensions en schéma IT 106
Section 4.5.4. Conduits communs aux conducteurs d'énergie et de télécommunication 106
CHAPITRE 4.6. PROTECTION CONTRE CERTAINS AUTRES EFFETS 107
Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension 107
Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques 107
Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination 107
Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements 107

Chapitre 4.1. Introduction

Des mesures sont prises pour assurer la protection des personnes et des biens, dans les domaines suivants:
- protection contre les chocs électriques (*chapitre 4.2.*);
- protection contre les effets thermiques (*chapitre 4.3.*);
- protection contre les surintensités (*chapitre 4.4.*);
- protection contre les surtensions (*chapitre 4.5.*);
- protection contre les baisses de tension (*section 4.6.1.*);
- protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques (*section 4.6.2.*);
- protection contre les risques de contamination (*section 4.6.3.*);
- protection contre les risques dus aux mouvements involontaires ou au démarrage intempestif (*section 4.6.4.*).

Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques

Section 4.2.1. Généralités

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc

Un courant de choc dangereux peut traverser le corps humain si les conditions suivantes sont remplies:
1. le corps humain sert d'élément conducteur dans un circuit fermé;
2. les parties actives du matériel électrique ou les masses ou les éléments conducteurs étrangers se trouvent à des potentiels différant l'un de l'autre;
3. l'intensité du courant est suffisamment élevée ou la durée du passage du courant électrique dans le corps est suffisamment longue eu égard à son intensité pour produire des effets physiopathologiques dangereux.

Les mesures de protection contre les chocs électriques visent à empêcher la réalisation de l'une au moins de ces trois conditions. On distinguera les mesures actives des mesures passives selon que ces mesures entraîneront ou non la coupure du courant.

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés

Tous les domaines de tension sont admis pour l'alimentation du matériel électrique dans les lieux ordinaires et les lieux du service électrique.

Toutefois, dans les unités d'habitation, l'alimentation en très basse tension et en basse tension de 1ère catégorie est seule autorisée.

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct

Sous-section 4.2.2.1. Lors de l'emploi de la basse tension

a. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs en basse tension est réalisée soit lors de la construction même du matériel électrique, soit lors de son installation.

Le contact avec des parties actives non protégées du matériel électrique est rendu impossible ou difficile:
- soit au moyen d'enveloppes;
- soit par isolation;
- soit par éloignement;
- soit au moyen d'obstacles.

De plus, une protection complémentaire par un dispositif à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité peut être ajoutée.

b. Protection au moyen d'enveloppes

La protection au moyen d'enveloppes contre les chocs électriques par contacts directs est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces enveloppes satisfont aux conditions suivantes:
1. l'efficacité de la protection est assurée par la nature, l'étendue, la disposition, la stabilité, la solidité et éventuellement les propriétés isolantes des enveloppes, compte tenu des contraintes auxquelles ces enveloppes sont normalement exposées;
2. l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes extérieures ou de leurs parties constitutives n'est possible que si au moins l'une des conditions suivantes est respectée:
   - les enveloppes ne doivent pouvoir être enlevées ou ouvertes sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
   - un dispositif de verrouillage interdit l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes, tant que les parties actives non protégées situées à l'intérieur et qui peuvent être fortuitement touchées en l'absence de cette protection n'ont pas été mises hors tension;
   - il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'ouverture ou de l'enlèvement d'enveloppes;
   - il existe un ou des écrans intérieurs qui répondent aux conditions reprises sous 1) ci-dessus et qui sont disposés de telle façon qu'aucune partie active non protégée ne puisse être touchée fortuitement tant que les enveloppes extérieures sont ouvertes ou enlevées. Le ou les écrans sont fixés à demeure ou se mettent en place automatiquement; ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

Toutefois, pour effectuer des travaux occasionnels (par exemple, réglage ou réarmement de l'appareillage de réglage, remplacement des fusibles), l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes extérieures ou de leurs parties constitutives est autorisé sans utiliser d'outil ou de clé pour autant que les conditions suivantes soient remplies:
- toutes les parties actives à l'intérieur des enveloppes relèvent du domaine de la basse tension 1ère catégorie;
- les travaux ne peuvent être effectués que par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);
- les parties faisant l'objet de l'intervention sont conçues et montées de telle façon que les travaux peuvent être effectués en toute sécurité;
- la liberté de mouvement nécessaire aux opérations est telle que la protection contre le contact fortuit des parties actives dangereuses est garantie. Lorsque la liberté de mouvement est trop réduite, la protection contre le contact fortuit doit être réalisée à l'aide d'obstacles.

c. Protection par isolation

La protection par isolation contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les parties actives sont recouvertes d'un matériau isolant fixé ou maintenu en place de manière permanente et qui empêche tout contact avec ces parties actives. Cette isolation ne peut être enlevée que par destruction.

d. Protection par éloignement

La protection par éloignement contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue:
- soit, lorsque les parties actives non protégées sont installées ou disposées à l'extérieur du volume d'accessibilité;
- soit, lorsqu'à l'intérieur du volume d'accessibilité, il n'y a pas de parties et pièces simultanément accessibles se trouvant à des potentiels dont la différence est supérieure aux tensions limites conventionnelles absolues (*section 2.4.1.*).

Si la surface de circulation ou de travail n'est pas délimitée dans le sens horizontal de par sa disposition propre, elle l'est par au moins un élément matériel rigide qui est capable de s'opposer au passage fortuit d'une personne et dont la partie supérieure se trouve à une hauteur comprise entre 1 m et 1,20 m du sol.

e. Protection au moyen d'obstacles

La protection au moyen d'obstacles contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les obstacles empêchent une approche fortuite des parties actives non protégées.

Les obstacles sont tels que leur efficacité est assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité, leur solidité et éventuellement leurs propriétés isolantes compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement exposés.

Les obstacles, dénommés ci-après clôture/50 mm ou clôture/120 mm ne permettent pas respectivement le passage d'une longue barre rectiligne de 50 mm ou de 120 mm de diamètre.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer par arrêté les dimensions minimales des obstacles et ce, chacun en ce qui le concerne.

f. Protection complémentaire par dispositif à courant différentiel-résiduel

Cette mesure de protection est seulement destinée à compléter d'autres mesures de protection contre les contacts directs.

Seul l'emploi d'un dispositif à courant différentiel-résiduel, à haute ou à très haute sensibilité défini à la *section 2.6.4.*, est reconnu comme mesure de protection complémentaire en cas de défaillance d'autres mesures de protection contre les contacts directs ou en cas d'imprudence des usagers.

g. Protection contre les contacts directs du conducteur neutre utilisé comme conducteur de protection

Les conducteurs neutres utilisés comme conducteurs de protection (PEN) ainsi que les parties en liaison avec eux sont considérés comme étant protégés contre les contacts directs si les conditions prescrites pour les mesures de protection contre les contacts indirects sont remplies.

Sous-section 4.2.2.2. Lors de l'emploi de la très basse tension et de la très basse tension de sécurité

La protection contre les chocs électriques par contacts directs est considérée comme assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité aux conditions mentionnées au *4.2.3.3.a.*, sous réserve que la tension nominale maximale entre deux parties actives nues simultanément accessibles ne dépasse pas la valeur mentionnée dans le *tableau 4.1.*

Tableau 4.1. Tension nominale maximale lors de l'emploi de la TBTS

Code	*Etat du corps humain*	*Tension nominale maximale en V*		
		Courant alternatif	*Courant continu non lisse*	*Courant continu lisse*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	25	36	60
BB2	Peau mouillée	12	18	30
BB3	Peau immergée dans l'eau	6	12	20

Cette règle n'est pas d'application pour les installations électriques des piscines (*chapitre 7.2.*) et saunas (*chapitre 7.3.*).

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux ordinaires

a. Choix des modes de protection en fonction de la tension de l'installation électrique

a.1. Très basse tension:

Le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins égal à IPXX-B.

a.2. Basse tension:

Pour la basse tension, la protection contre les chocs électriques par contacts directs est assurée:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*).

Le degré de protection des enveloppes est au moins égal à IPXX-D dans les lieux ordinaires accessibles au public et à IPXX-B dans les autres lieux.

a.3. Appareils à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée

Les règles pour la basse tension sont au moins d'application en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques par contacts directs.

Des règles spécifiques peuvent être précisées dans des cas particuliers (voir *sous-section 4.2.2.5.*).

Le degré de protection des enveloppes est au moins égal à IPXX-D.

a.4. Ouvertures fonctionnelles

Les degrés de protection dont il est question ci-avant ne sont pas requis pour les ouvertures fonctionnelles (comme par exemple les ouvertures d'aération ou celles nécessaires au fonctionnement du matériel) si des mesures constructives sont prises pour qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec les parties actives non protégées.

b. Lieux spécialement destinés aux enfants

Dans les lieux destinés spécialement aux enfants (BA2), les socles de prises de courant à basse tension sont d'un modèle tel que les contacts sont mis hors tension ou sont complètement recouverts par un écran lorsque la fiche est enlevée.

Le moyen de réalisation de cette prescription est tel qu'il ne puisse être facilement mis en œuvre par d'autres moyens qu'une fiche; il ne doit pas dépendre de parties susceptibles d'être perdues.

c. Etablissements où sont occupés des travailleurs visés à l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail

Les câbles souples pourvus d'une protection par isolation peuvent être utilisés pour l'alimentation de machines et appareils à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée, des mesures étant prises, si nécessaire, pour éviter le danger de charges électrostatiques.

d. Lieux ordinaires accessibles au public

Dans les lieux ordinaires accessibles au public, les parties constitutives des enveloppes et obstacles sont telles qu'elles ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:

- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
- soit que le matériel électrique concerné est installé dans un lieu du service électrique.

Sous-section 4.2.2.4. Dans les lieux du service électrique

a. Prescriptions relatives au lieu du service électrique

a.1. Cloisons et clôtures

Le lieu du service électrique est délimité par des cloisons ou clôtures/50 mm. Les clôtures/120 mm sont uniquement admises si le lieu du service électrique est établi à l'air libre.

Les cloisons ou clôtures des emplacements clôturés ne présentent pas de possibilités d'escalade aisée et ont une hauteur minimale de 2 mètres.

a.2. Ouvertures fonctionnelles

Les cloisons ou clôtures précitées peuvent comporter des ouvertures fonctionnelles.

En ce qui concerne les ouvertures fonctionnelles, des mesures appropriées sont prises pour conserver aux cloisons ou clôtures le degré de protection qu'elles ont vis-à-vis de l'introduction de corps étrangers.

Pour les interstices laissés par ces ouvertures, des mesures sont prises pour éviter qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec des parties actives non protégées.

Les fenêtres sont prohibées à moins que des dispositions ne soient prises pour éviter soit le bris de vitres, soit éliminer le danger pouvant résulter d'un bris de vitre. Elles sont fixes ou conçues de telle sorte qu'en cas d'ouverture, tout danger de contact avec une partie active non protégée soit impossible.

Les portes d'accès installées dans les cloisons s'ouvrent vers l'extérieur. Elles doivent pouvoir en tout temps être ouvertes de l'intérieur sans clé.

a.3. Protection contre les chocs électriques par contacts directs des personnes se trouvant à l'extérieur du lieu du service électrique

a.3.1. Mesure relative au contournement par le haut des cloisons ou des clôtures.
Aucune partie active non protégée ne peut se trouver dans le lieu du service électrique non recouvert à une distance inférieure à

$$2{,}5\ \text{m} + 0{,}01\ (U_N - 20) - h$$

avec un minimum de 2,5 – h du bord supérieur des cloisons ou des clôtures, h représentant la hauteur de ces cloisons ou clôtures en m.

U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

a.3.2. Mesure concernant l'introduction d'objets longs dans les trous des clôtures.

Aucune partie active non protégée ne peut se trouver à moins d'une distance horizontale d_h du plan des clôtures, d_h étant égale à:
- 2,5 m + 0,01 (U_N – 20) avec un minimum de 2,5 m dans le cas des clôtures/50 mm;
- 5 m + 0,01 (U_N – 20) avec un minimum de 5 m dans le cas des clôtures/120 mm.

a.3.3. Mesure concernant les portes ou barrières accessibles au public

Lorsqu'un lieu du service électrique jouxte directement un lieu ordinaire accessible au public, la ou les portes ou barrières séparant ces deux lieux sont soit surveillées, soit fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:
- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes ou barrières sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

a.4. Signalisation

Les lieux du service électrique sont signalés de façon claire et visible par des panneaux tels que prévus à la *partie 9*.

a.5. Personnes autorisées

Seuls les personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent pénétrer dans un lieu du service électrique.

a.6. Passages

Les passages de circulation sont interdits.
Les passages d'entretien ou de service d'une longueur supérieure à 20 m, sont accessibles à leurs deux extrémités.

a.7. Eclairage

Le lieu du service électrique installé dans un local est pourvu d'un éclairage artificiel fixe.

Dans les locaux où la protection par éloignement est utilisée, les mesures nécessaires sont prises pour permettre l'évacuation de manière sûre des personnes au cas où l'éclairage fait défaut.

b. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique

b.1. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique est assurée en respectant les prescriptions de la *sous-section 4.2.2.3.* relatives aux lieux ordinaires.

Toutefois, il est autorisé d'y déroger dans les limites mentionnées au *point b.2.* ci-après.

b.2. Prescriptions dérogatoires

b.2.1. Basse tension de 1ère catégorie
Pour la basse tension de 1ère catégorie, sont, en outre, admises la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.*) et la protection au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).
De plus, le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins IPXX-B.

b.2.2. Basse tension de 2e catégorie
Pour la basse tension de 2e catégorie, est, en outre, admise la protection au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).
De plus, le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins IPXX-B.

b.2.3. Appareils à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée
S'il est fait usage de la protection au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*) ou au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*), leur degré de protection est au moins IPXX-B.

c. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux exclusifs du service électrique

c.1. Généralités

Dans les lieux du service électrique qui servent exclusivement à l'exploitation d'installations électriques et qui sont fermés à clé ou par tout autre dispositif qui en empêche l'accès aux personnes non autorisées, il est autorisé de déroger aux prescriptions de *4.2.2.4.b.* de la manière mentionnée au *point c.2.*

Les lieux du service électrique où il est fait usage de cette dérogation sont appelés des lieux exclusifs du service électrique.

Sont assimilés à un lieu exclusif du service électrique quel que soit leur emplacement, les armoires, tableaux et ensembles de distribution dans lesquels on peut pénétrer, c'est-à-dire les enveloppes dans lesquelles se trouve enfermé du matériel électrique de telle sorte que l'espace libre à l'intérieur de ces enveloppes soit suffisamment grand pour qu'une personne puisse y entrer normalement et y travailler pour des raisons d'entretien.

c.2. Prescriptions dérogatoires

c.2.1. Très basse tension et basse tension de 1ère catégorie
Pour la très basse tension et la basse tension de 1ère catégorie, la protection par éloignement est considérée comme assurée si les distances minimales reprises dans le *tableau 4.2.* sont respectées pour les emplacements de service et d'entretien.

Tableau 4.2. Distances minimales pour les emplacements de service et d'entretien

	En mm	
	Emplacement bordé par des parties actives non protégées	
	d'un seul côté	***des deux côtés***
Largeur libre entre les parties actives non protégées:		
– emplacement d'entretien		1000
– emplacement de service		1200
Largeur libre entre les parties actives non protégées et la paroi, ou un obstacle:		
– emplacement d'entretien	800	
– emplacement de service	800	
Largeur libre entre les parties actives non protégées et les organes de commande, poignée...:		
– emplacement d'entretien	700	900
– emplacement de service	700	1100
Hauteur libre des emplacements d'entretien et de service	2000	

S'il est fait usage de la protection au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*) ou au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*), leur degré de protection est d'au moins IPXX-A.

c.2.2. Basse tension de 2e catégorie
Pour la basse tension de 2e catégorie, la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.*) est en outre admise.
De plus, le degré de protection des enveloppes (*4.2.2.1.b.*) et des obstacles (*4.2.2.1.e.*) est au moins IPXX-A.

c.2.3. Appareils à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée
La protection par éloignement (*4.2.2.1.d.*) est admise.
De plus, le degré de protection des enveloppes (*4.2.2.1.b.*) et des obstacles (*4.2.2.1.e.*) est au moins IPXX-A.

Sous-section 4.2.2.5. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux

a. Généralités

Dans certains cas explicitement mentionnés dans la suite du présent Livre et notamment dans les cas suivants, pour ce qui concerne les prescriptions relatives à la basse tension et à la très basse tension:
- installations à faible puissance (*b.*);
- résistances de chauffage incorporées dans un matériau ou dans le sol (*c.*);

- appareils de mesure (*d.*);
- laboratoires électriques et plates-formes d'essais (*e.*);
- lignes de contact roulant ou glissant à basse tension (*f.*);
- soudage et découpage à l'arc électrique (*g.*);
- installations d'électrofiltres (*h.*);
- installations d'électrolyse (*i.*);
- fours électriques industriels (*j.*);
- clôtures électriques (*k.*);
- appareils à anesthésier les animaux (*l.*);
- application de peintures et enduits par procédés électrostatiques (*m.*);
- dispositif à haute tension d'allumage de brûleur à mazout (*n.*);
- dispositif à haute tension d'allumage de brûleur à gaz (*o.*);
- ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer (*p.*);
- douilles de lampes (voir *sous-section 5.3.4.2.*),

il est admis de se dispenser totalement ou partiellement de mesures de protection contre les chocs électriques par contacts directs, moyennant le respect de certaines conditions.

b. Installations à faible puissance

Les parties actives du matériel électrique d'une puissance limitée peuvent rester nues dans les conditions prévues soit dans les normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes et relatives à ce matériel. Pour des applications particulières, d'autres conditions peuvent être déterminées par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions.

c. Résistances de chauffage incorporées dans un matériau ou dans le sol

Si elles sont incorporées dans un matériau ou dans le sol, pour le chauffage de celui-ci, les parties actives peuvent rester nues, à condition que la source soit de très basse tension de sécurité et que la tension entre parties actives ou autres parties et la terre ne soit pas supérieure à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

d. Appareils de mesure

Les bornes et les connexions des appareils de mesure, des relais et des équipements analogues, installés à demeure dans des lieux ordinaires non accessibles au public, peuvent rester nues à condition que:
- les dimensions de parties nues soient réduites au minimum;
- les tensions mises en jeu ne dépassent pas 500 V en courant alternatif ou 750 V en courant continu;
- les travaux avec ces appareils ne soient confiés qu'à des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) connaissant les dangers inhérents à ces appareils.

e. Laboratoires électriques et plates-formes d'essais

Les laboratoires électriques et plates-formes d'essais sont des lieux fermés du service électrique.

Toutefois, les plates-formes d'essais peuvent être réalisées dans des lieux ordinaires non accessibles au public moyennant le respect des conditions suivantes:
- une délimitation est établie à 1 m de hauteur;
- l'accès n'est permis qu'aux personnes qui y sont appelées pour leur service;
- des instructions adéquates sont données et des indications bien visibles attirent l'attention des intéressés sur le danger;
- les parties du lieu utilisées aux fins d'essais sont, durant ceux-ci, spécialement surveillées de manière que l'on ne puisse s'approcher par inadvertance des installations ou des éléments qui pourraient être portés à une tension supérieure à 500 V en courant alternatif ou à 750 V en courant continu;
- lorsque les prescriptions relatives à la protection contre les chocs électriques par contacts directs ne peuvent être observées en raison de la nature même des travaux, il est fait usage de moyens de protection assurant la sécurité des personnes et des choses.

f. Lignes de contact roulant ou glissant à basse tension

f.1. Protection contre les contacts directs

Les lignes de contact roulant ou glissant à basse tension sont au moins munies d'une protection partielle, à savoir:
- tension d'alimentation inférieure ou égale à 500 V en courant alternatif ou à 750 V en courant continu:

- en installation intérieure:
  - soit par mise hors de portée par éloignement (*4.2.2.1.d.*), la hauteur au-dessus du sol ou des planchers de travail des parties actives étant au moins égale à 2,5 m;
  - soit par mise hors de portée au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*);
- en plein air en dehors des voies publiques:
  - soit par mise hors de portée par éloignement (*4.2.2.1.d.*), la hauteur au-dessus du sol ou des planchers de travail étant au moins égale à 4 m;
  - soit, s'il est impossible de respecter cette distance à cause d'un encombrement, par mise hors de portée au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*);
- en plein air empruntant la voie publique: par mise hors de portée par éloignement, la hauteur au-dessus du sol étant d'au moins 6 m, sauf là où des encombrements extérieurs au gabarit de la voie ne permettent pas de respecter cette condition. Par encombrement extérieur au gabarit de la voie, il faut entendre des constructions ou obstacles fixes situés au-dessus du gabarit de la voie mais à une hauteur inférieure à 6 m (pont, passerelle,...).

- tension d'alimentation en basse tension supérieure à 500 V en courant alternatif ou à 750 V en courant continu:
  - en dehors des voies publiques: par mise hors de portée par éloignement, la hauteur au-dessus du sol étant d'au moins 5 m;
  - sur la voie publique: par mise hors de portée par éloignement, la hauteur étant au-dessus du sol d'au moins 6 m, sauf là où des encombrements extérieurs au gabarit de la voie ne permettent pas de respecter cette condition.

f.2. Mise hors tension

La mise hors tension de toute ligne de contact sur toute son étendue est possible au moyen d'interrupteurs disposés en des endroits judicieusement choisis et accessibles.

g. Soudage et découpage à l'arc électrique

g.1. Domaine d'application

Ce *point g.* s'applique à tous les procédés de découpage, soudage et procédés connexes utilisant l'arc électrique.

g.2. Définitions

Tension à vide d'un appareil de soudage ou de découpage à l'arc: tension aux bornes d'utilisation d'un appareil de soudage ou de découpage dont le circuit de soudage ou de découpage est ouvert, la tension d'amorçage ou la tension de stabilisation non comprise.
Pour les appareils équipés d'un dispositif réducteur de risques, la tension à vide est celle qui apparaît aux bornes d'utilisation de l'appareil lorsque le dispositif réducteur de risques est enclenché.
Pour la tension à vide en courant continu, la valeur à prendre en considération est la tension à vide continue de crête.

Tension à vide continue de crête: valeur de crête de la tension instantanée que la tension continue avec ondulation résiduelle peut atteindre.

Dispositif réducteur de risques: dispositif qui limite les dangers d'électrocution pouvant résulter de la tension à vide. Ce dispositif est soit un limiteur de tension, soit un commutateur de AC à DC.

Limiteur de tension: dispositif réducteur de risques qui limite automatiquement la tension à vide à une valeur qui ne dépasse pas les valeurs indiquées au tableau sous *g.3.*, dès que la résistance entre les bornes d'utilisation de l'appareil de soudage ou de découpage dépasse 200 Ω.

Commutateur de AC à DC: dispositif réducteur de risques qui change automatiquement la tension à vide du courant alternatif en courant continu, limite celle-là à une valeur du tableau sous *g.3.*, dès que la résistance entre les bornes d'utilisation de l'appareil de soudage ou de découpage dépasse 200 Ω.

Environnement avec risque accru (de danger électrique): il y a un «environnement avec risque accru»:
- dès qu'il y a présence d'au moins une des conditions externes suivantes: BB2, BB3, BC3 ou BC4;
- dès que le soudeur se trouve dans une position dite inconfortable (à genoux, assis, allongé).

g.3. Protection contre les chocs électriques par contacts directs des parties actives du circuit de

soudage ou de découpage

Il est permis:

- de ne pas prendre de mesures de protection contre les contacts directs en ce qui concerne:
  - les électrodes de soudage;
  - les pinces de masse;
  - les masses qui y sont raccordées;
  - les éléments conducteurs fixes servant au retour du courant de soudage ou de découpage;
  - les porte-électrodes tenus mécaniquement,
- de n'assurer qu'une protection contre les contacts fortuits pour les torches, sous réserve d'observer les deux conditions suivantes:
  - les mesures nécessaires sont prises en vue de réduire pour les personnes le danger de contact direct inhérent à la présence d'électrodes sous tension ou pouvant résulter de l'opération du changement d'électrodes; ces mesures consistent en:
    - l'utilisation de dispositifs permettant la mise hors tension du circuit de soudage ou de découpage;
    - l'utilisation d'équipements de protection individuelle ou collective (tapis isolants, gants isolants, etc.);
    - l'observation d'instructions appropriées.
  - la tension à vide des appareils de soudage ou de découpage ne dépasse pas les valeurs mentionnées au *tableau 4.3*.

Tableau 4.3. Tension à vide maximale des appareils de soudage ou de découpage

Types d'appareils de soudage ou de découpage		***Tension à vide (V)***			
		Environnement sans risque accru		***Environnement avec risque accru***	
		Courant alternatif	***Courant continu***	***Courant alternatif***	***Courant continu***
1	Usage industriel et professionnel				
	1.1 Appareils manuels	80	113	48	113
	1.2 Torches tenues mécaniquement sans protection accrue pour l'opérateur	80	113	48	113
	1.3 Torches tenues mécaniquement avec protection accrue pour l'opérateur	100*	141*	100*	141*
2	Appareils manuels pour usages domestiques et analogues	55	113	48	113
3	Appareils spéciaux pour usages industriels, professionnels, domestiques et analogues (soudage et découpage au plasma...)	500**	500**	500**	500**

* Ces valeurs sont uniquement autorisées si:

a) la tension à vide est automatiquement interrompue à la fin du soudage, et
b) la protection contre les chocs électriques par contact direct des pièces nues sous tension est assurée par:
   - des enveloppes ayant un degré de protection d'au moins IP XX-B, ou
   - un dispositif réducteur de risques.

** Ces valeurs sont uniquement autorisées sous réserve d'observer simultanément les conditions suivantes:

a) la tension à vide est automatiquement interrompue lorsque le circuit de soudage ou de découpage est ouvert;
b) la tension entre l'extérieur de la torche et la pièce concernée ou la terre ne dépasse pas 48 V en courant alternatif lorsque le circuit de soudage ou de découpage est ouvert;
c) la torche utilisée est conçue de telle façon qu'elle ne puisse être ouverte qu'à l'aide d'un outil, ou qu'elle dispose d'un dispositif de rupture automatique qui empêche la mise sous tension aussi longtemps que la torche n'est pas mise en position de travail;
d) le degré de protection contre les contacts directs avec les pièces sous tension de la torche, exceptée la tête, doit être au moins IP XX-D;
e) La borne de masse, sauf les surfaces de contact, doit être isolée électriquement.

g.4. Prescriptions particulières relatives au dispositif réducteur de risques

- Après coupure du courant de soudage ou de découpage, le dispositif réducteur de risques doit être enclenché endéans les 0,3 s.
  Pour les systèmes de découpage au plasma, le dispositif réducteur de risques doit être enclenché endéans les 2 s.
- Une indication visuelle apparaît dès que le dispositif réducteur de risques est enclenché.
- En cas de défaut du dispositif réducteur de risques, la tension doit être portée à une valeur définie dans le tableau sous *g.3.*, endéans 1 s après que le défaut se soit produit.

g.5. Prescriptions particulières relatives au soudage ou découpage électrique à l'arc

- Le circuit de soudage ou de découpage de tout appareil est séparé électriquement du circuit électrique primaire d'alimentation par une isolation appropriée.
- Le circuit de soudage ou de découpage des appareils utilisés en manuel n'est raccordé ni au conducteur de protection, ni aux masses, ni aux parties intermédiaires de l'appareil.
- Le système de raccordement des canalisations électriques souples à la source de courant ainsi qu'au porte-électrodes ou à la torche doit être conçu de telle manière que ce système de raccordement présente une protection contre les contacts fortuits.
- Les porte-électrodes et torches de soudage ou de découpage des appareils utilisés en manuel comportent au moins des poignées en matière isolante.
- Des mesures appropriées sont prises pour que le conducteur de protection ou le conducteur PEN d'une installation électrique ne serve pas comme conducteur de retour du courant.
- Les pinces de masse sont à fixer aussi près que possible de l'endroit de la soudure ou du découpage conformément aux règles de l'art.
  Cette pince de masse peut néanmoins être disposée à un tout autre endroit d'une structure métallique pour autant que la soudure ou le découpage soit exécutée sur la structure elle-même ou sur une pièce en contact direct avec celle-ci et sous réserve d'une circulation sans danger des courants de soudage ou de découpage maxima.

h. Installations d'électrofiltres

Les installations de filtres électrostatiques du type mobile sont des appareils à enveloppe (*4.2.2.1.b.*). Ces appareils sont pourvus d'inscriptions concernant le danger existant lors de l'ouverture de l'enveloppe. Les enveloppes ne peuvent être ouvertes qu'à l'aide d'un outil et la tension est coupée automatiquement dès l'ouverture de l'enveloppe.

Dans les installations fixes d'électrofiltres, toutes les pièces sous tension peuvent rester nues.

Ces installations se trouvent dans les lieux fermés du service électrique; si tel n'est pas le cas, on utilise des appareils pour lesquels la protection contre les chocs électriques par contacts directs se fait au moyen d'enveloppe (*4.2.2.1.b.*) ou par mise hors de portée au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*). Toute installation à haute tension est automatiquement mise hors tension dès qu'une porte d'accès à la partie électrique est ouverte.

i. Installations d'électrolyse

Dans les installations d'électrolyse, il est permis notamment de laisser nues les parties actives des bains tels qu'électrodes, électrolytes, bornes et connexions, sous réserve de l'observation des dispositions suivantes:

- capacité totale des bains inférieure ou égale à 50 l:
  - les redresseurs de courant sont alimentés par des transformateurs à enroulements séparés ou utilisent un moyen de séparation présentant une sécurité équivalente;
  - les canalisations électriques de l'installation d'alimentation en courant continu sont pourvues d'une protection complète des parties actives (*4.2.2.1.b.* ou *4.2.2.1.c.*);
  - la tension d'alimentation est inférieure ou égale à 75 V en courant continu.
- capacité totale des bains supérieure à 50 l:
  - mesures générales:
    - les redresseurs de courant sont alimentés par des transformateurs à enroulements séparés ou utilisent un moyen de séparation présentant une sécurité équivalente;
    - les surfaces de circulation autour des bains d'électrolyse sont réalisées de manière à empêcher la stagnation des électrolytes;
    - des indications claires et visibles sont apposées aux accès, notamment:
      - un panneau comportant le signal d'avertissement de danger défini à la *section 9.4.1.*;
      - un panneau comportant l'interdiction d'accès aux personnes non autorisées défini à la *section 9.4.2.*;
    - les travailleurs sont munis d'équipements de protection individuelle adéquats contre les dangers de choc électrique;
    - les travaux dans les installations d'électrolyse ne sont confiés qu'à des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) connaissant les dangers inhérents à ces installations.
  - mesures complémentaires:
    - tension supérieure à 36 V en courant continu non lisse et 60 V en courant continu lisse
      Les parties actives des canalisations électriques d'alimentation jusqu'à l'ensemble des bains, qui présentent entre elles une différence de potentiel de plus de 36 V en courant continu non lisse et de 60 V en courant continu lisse sont, dans la mesure où des motifs

d'ordre technique ne s'y opposent pas, pourvues d'une protection partielle contre les contacts directs:
  - soit par éloignement (*4.2.2.1.d.*);
  - soit à l'aide d'obstacles (*4.2.2.1.e.*);
- tension supérieure à 120 V:
  Dans les passages de circulation, les parties actives des bains et/ou des canalisations électriques d'alimentation qui présentent entre elles une différence de potentiel de plus de 120 V en courant continu sont, en outre, éloignées de manière à ce qu'on ne puisse pas les toucher simultanément. Cette condition est considérée comme réalisée lorsqu'elles sont éloignées l'une de l'autre d'une distance d'au moins 2,5 mètres.
  Si cette protection par éloignement n'est pas réalisable, il est fait application de mesures de protection partielle à l'aide d'obstacles.

j. Fours électriques industriels

Les fours électriques peuvent être établis dans des lieux ordinaires non accessibles au public sous réserve de prévoir au moins une protection partielle contre les contacts directs:
- soit mise hors de portée par éloignement (*4.2.2.1.d.*);
- soit à l'aide d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).

k. Les clôtures électriques

k.1. Alimentation

Le fil servant de clôture électrique est nu sous réserve que l'installation réponde aux conditions suivantes:
- la canalisation électrique reliant le dispositif d'alimentation à la clôture électrique est choisie conformément aux règles de l'art, la section des conducteurs est au moins de 2,5 mm^2;
- si la distance entre les points d'attache de ce fil est supérieure à 10 m, sa résistance minimale à la traction par rupture est de 2800 N; dans ce cas, les attaches sont constituées d'isolateurs;
- une clôture électrique ou un ensemble de clôtures électriques reliées électriquement sont alimentés par un seul dispositif d'alimentation.

k.2. Signalisation

La présence d'une clôture électrique est signalée par des panneaux d'avertissement mentionnés à la *section 9.4.1.*

Ces panneaux sont placés sur toute la longueur de la clôture à des intervalles de 50 m au maximum. Ils sont placés également de chaque côté de tout angle du tracé de la clôture, à une distance qui ne peut dépasser 1 m du sommet de l'angle.

k.3. Installation

Les clôtures électriques ne sont établies en limite de terrains que si les propriétaires et les locataires intéressés y consentent. A défaut de ce consentement, elles sont placées à 0,50 m au moins en retrait de cette limite.

Lors de l'établissement d'une clôture électrique en bordure du domaine public, chaque fil sous tension est doublé d'un fil de garde – genre fil de clôture – ne portant pas de tension. Ce fil de garde est situé dans un plan vertical distant d'au moins 0,25 m du fil sous tension et à un niveau qui ne s'en écarte pas de plus de 0,10 m; il est situé du côté du domaine public sans empiéter sur ce dernier.

l. Appareils à anesthésier les animaux

Les pinces, cisailles et dispositifs analogues des appareils utilisés dans les abattoirs pour l'anesthésie des animaux peuvent rester partiellement nus sous réserve de l'observation des conditions suivantes:

l.1. Prescriptions générales
- La tension d'anesthésie est fournie par une source comportant un transformateur à enroulements séparés;
- Le circuit secondaire de ce transformateur ne peut être relié à la terre;
- Ce transformateur et, le cas échéant, l'appareillage auxiliaire (transformateur du circuit de commande, contacteur...) sont disposés dans un ou plusieurs coffrets présentant un degré de protection d'au moins IPX4;
- Les pinces, cisailles et dispositifs analogues sont complètement isolés sauf au droit des électrodes; les parties nues sont toutefois réduites au minimum;

- Le circuit d'anesthésie et le circuit de commande éventuel sont séparés électriquement l'un de l'autre;
- Les prises de courant et les fiches éventuelles qui seraient insérées dans les circuits principaux ou de commande sont de conception spéciale de manière à ce qu'elles ne puissent être branchées que sur les circuits secondaires des transformateurs;
- Les canalisations électriques d'alimentation des pinces, cisailles et dispositifs analogues sont au moins du type H05RN-F/H07RN-F;
- Les poignées des pinces, cisailles et dispositifs analogues sont équipées de dispositifs d'entrée efficaces prévenant la traction ou la torsion des conducteurs;
- Les pinces, cisailles ou dispositifs analogues sont équipés d'un dispositif qui permet de les suspendre en toute sécurité;
- Les opérateurs sont munis d'équipements de protection individuelle adéquats contre les dangers des chocs électriques;
- Chaque appareil est examiné annuellement par un organisme agréé pour le contrôle des installations électriques en ce qui concerne l'observation des conditions générales et particulières; celui-ci établit un rapport de ses constatations; ce dernier est tenu à la disposition du fonctionnaire chargé de la surveillance.

l.2. Prescriptions particulières

- Pour les pinces, cisailles ou dispositifs analogues dont la tension alternative à vide aux bornes des électrodes ne dépasse pas 90 V en courant alternatif:
  - la tension à vide à la sortie du transformateur d'alimentation ne dépasse pas 90 V;
  - une poignée des pinces, cisailles ou dispositifs analogues est équipée d'un interrupteur permettant la mise hors tension des électrodes dès que la plus grande dimension non isolée des électrodes dépasse 50 mm; cette mesure s'applique également aux pinces, cisailles ou dispositifs analogues qui comportent deux électrodes non reliées mécaniquement entre elles, quelle que soit la dimension des parties nues;
- Pour les pinces, cisailles ou dispositifs analogues dont la tension à vide aux bornes des électrodes dépasse 90 V en courant alternatif:
  - la tension à vide à la sortie du transformateur d'alimentation ne dépasse pas une valeur efficace de 380 V;
  - les deux électrodes sont reliées mécaniquement entre elles et la plus grande dimension non isolée des électrodes ne dépasse en aucun cas 50 mm;
  - le circuit électrique d'anesthésie est pourvu d'un contacteur bipolaire avec dispositif de temporisation qui limite automatiquement la durée d'application de la tension à un maximum de 5 secondes lorsque la tension d'alimentation à vide ne dépasse pas 200 V et à un maximum de 1,5 seconde lorsque cette tension dépasse 200 V;
  - le contacteur est commandé à distance par la fermeture d'un circuit de commande alimenté en une très basse tension de sécurité d'au maximum 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse et 60 V en courant continu lisse; la fermeture répétée du circuit de commande ne peut pas avoir pour effet d'allonger les durées maximales prescrites au point précédent.

m. Application de peintures et enduits par procédés électrostatiques

Dans les lieux ordinaires non accessibles au public des établissements occupant du personnel au sens de l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, il est permis d'appliquer des peintures et enduits par des procédés électrostatiques et notamment de laisser nues les électrodes à haute tension du pistolet ou d'autres dispositifs de pulvérisation qui permettent cette application, sous réserve de l'observation des conditions suivantes:

- les dimensions des parties nues sont limitées au minimum;
- les objets traités sont mis à la terre;
- pour les pistolets et dispositifs analogues, alimentés par un générateur dont le courant de court-circuit est limité à 0,70 mA:
  - l'énergie fournie par le générateur ne dépasse pas 300 mJ;
  - l'énergie fournie par les électrodes ne dépasse pas 0,25 mJ;
  - la tension entre électrodes et n'importe quel objet mis à la terre tend vers zéro lorsque ces éléments sont approchés l'un de l'autre;
  - la poignée de l'appareil comporte une partie métallique mise à la terre: elle est munie également d'une commande ne permettant la mise sous tension des électrodes que par une action permanente de la main;
- pour les dispositifs de pulvérisation alimentés par un générateur dont le courant de court-circuit est plus grand que 0,7 mA mais ne dépasse pas 4 mA:

- l'installation fonctionne de manière automatique;
- le dispositif de pulvérisation et les canalisations électriques d'alimentation à haute tension sont installés dans un lieu qui dispose d'une ventilation efficace;
- la présence de toute personne dans ce lieu est interdite pendant les opérations de peinture; l'alimentation à haute tension ne peut être enclenchée que par un dispositif situé en dehors de ce lieu et uniquement lorsque la ventilation est assurée;
- l'alimentation en haute tension est interrompue automatiquement lorsque les portes ou panneaux d'accès sont ouverts ou lorsqu'une personne pénètre dans les lieux;
- l'ouverture de portes ou de panneaux ou la pénétration dans le lieu déclenche l'émission d'un signal dans le voisinage du tableau de commande.

Les pistolets et autres dispositifs de pulvérisation, alimentés par un générateur dont le courant de court-circuit est supérieur à 4 mA, sont interdits.

n. Dispositif à haute tension d'allumage de brûleur à mazout

Lorsqu'un dispositif d'allumage de brûleur est alimenté par un transformateur, dont la puissance n'excède pas 100 VA, du type à enroulements séparés avec le point milieu du secondaire à la terre la protection contre les contacts directs est réalisée par mise hors de portée au moyen d'obstacles. Toutefois, l'enlèvement de l'obstacle n'est possible qu'au moyen d'un outil.

D'autre part, s'il est fait usage d'un appareil sous enveloppe métallique ou assimilée conforme à *4.2.2.1.b.*, le degré de protection réalisé par le montage du brûleur sur l'échangeur, doit être au moins IPXX-B.

o. Dispositif à haute tension d'allumage de brûleur à gaz

Si la puissance apparente d'un dispositif électrique d'allumage de gaz est inférieure à 50 VA, la protection contre les contacts directs est réalisée par mise hors de portée au moyen d'obstacles. Dans ce cas, le degré de protection est au moins égal à IPXX-B. Toutefois, l'enlèvement de l'obstacle n'est possible qu'au moyen d'un outil.

S'il est fait usage d'un transformateur, celui-ci est à enroulements séparés.

p. Ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer

p.1. Mesures de protection

Les ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer peuvent être installés dans des lieux ordinaires accessibles au public.

Les parties constitutives de leurs enveloppes ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:

- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
- soit que les ensembles de distribution sont installés dans un lieu du service électrique.

En outre les précautions à prendre pour la protection des personnes effectuant les manœuvres ou commandes de l'appareillage contre les chocs électriques par contact direct, lors de l'ouverture de la ou des portes, sont celles prévues à *4.2.2.4.c.* pour les locaux exclusifs du service électrique.

p.2. Manœuvre ou commande

Si la commande ou la manœuvre de l'appareillage électrique peut se faire de l'extérieur, cette commande ou manœuvre ne peut être effectuée qu'à l'aide d'une clé amovible spéciale ou de tout autre dispositif amovible spécial.

Si l'appareillage ne peut pas être commandé ou manœuvré de l'extérieur, seules des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent les exécuter.

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en basse tension

On assure la protection contre les contacts indirects dans les installations électriques à basse tension:

1. en évitant le défaut d'isolement qui a pour effet de propager le potentiel de la partie active, en contact avec l'isolation jusqu'aux parties conductrices accessibles:
   - par une construction sûre du matériel électrique;
   - par un entretien adéquat du matériel électrique;
2. en prenant en outre des mesures de protection supplémentaires, soit selon le cas:
   - par l'utilisation du matériel électrique de classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*section 2.4.3.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par l'isolation totale des ensembles montés en usine (*section 2.4.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par une isolation supplémentaire conférée au matériel lors de la réalisation de l'installation (*section 2.4.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par une isolation renforcée conférée au matériel électrique lors de la réalisation de l'installation (*section 2.4.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par d'autres mesures de protection sans dispositif de coupure ne nécessitant pas de conducteur de protection, limitées à des appareils individuels ou à des équipements localisés et consistant:
     - soit à rendre les contacts non dangereux par l'utilisation de la très basse tension de sécurité (*sous-section 4.2.2.2.*);
     - soit à éviter des chocs électriques pouvant résulter d'un contact avec des masses susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives par la séparation de sécurité du circuit (*4.2.3.3.c.*);
     - soit à rendre impossible le contact simultané avec des pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse par la création d'une liaison équipotentielle locale (*4.2.3.3.d.2.*), par l'éloignement des masses et des conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.3.*), par l'interposition d'obstacles efficaces entre les masses et les éléments conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.4.*) et/ou par l'isolation des éléments conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.5.*);
   - par des mesures de protection avec dispositif de coupure automatique nécessitant une liaison des masses à un conducteur de protection généralement relié à une prise de terre; ce dispositif de coupure automatique a des caractéristiques de fonctionnement qui respectent la courbe de sécurité (voir *tableau 2.4.* à la *section 2.4.1.*), compte tenu des valeurs d'impédance des boucles de défaut et des schémas de mise à la terre (voir *section 3.2.2.* et *sous-section 4.2.3.4.*).

Si diverses mesures de protection sont prévues simultanément, elles le sont de manière à ne s'influencer ni s'annihiler mutuellement.

Lorsque l'installation électrique peut être alimentée par des sources de courant en parallèle, par exemple le réseau de distribution public et une source de courant autonome, la protection contre les contacts indirects doit être assurée aussi bien dans le cas où l'installation est alimentée par les diverses sources en parallèle que dans le cas où l'installation est alimentée par une seule de ces sources. Le bon fonctionnement des appareils de protection ne peut pas être compromis par les composantes continues provenant des convertisseurs statiques ou des filtres.

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre

L'installation de mise à la terre comprend:

- les prises de terre;
- les conducteurs de terre;
- les conducteurs de protection;
- les éventuelles liaisons équipotentielles (principales et supplémentaires).

La résistance de dispersion de la prise de terre destinée à la protection est aussi faible que possible quels que soient les moyens de protection complémentaire mis en œuvre dans les installations électriques.

Pour les installations domestiques, la prise de terre est réalisée conformément aux dispositions de la *sous-section 5.4.2.1.* et sa résistance de dispersion est inférieure à 100 Ω.

Les conditions techniques permettant de réaliser une prise de terre commune à plusieurs installations domestiques sont définies à la *sous-section 5.4.2.1.*

Pour les installations non-domestiques et si un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est utilisé, la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre satisfait aux prescriptions de *la sous-section 4.2.4.4.d.*

Lorsqu'une liaison équipotentielle principale est imposée, un ou plusieurs conducteurs principaux d'équipotentialité sont reliés à la borne principale de terre; y sont connectés:
- les canalisations principales métalliques d'eau et de gaz (gaz naturel ou gaz en bouteille) au bâtiment;
- les colonnes principales métalliques du chauffage central et de climatisation;
- les éléments métalliques fixes et accessibles faisant partie de la structure de la construction qui peuvent propager un potentiel et qui sont considérés comme des masses;
- les éléments métalliques principaux d'autres canalisations de toute nature qui peuvent propager un potentiel et qui sont considérés comme des masses.

On entend par un ou plusieurs conducteurs principaux d'équipotentialité:
- soit un conducteur unique qui relie les éléments mentionnés ci-dessus à la borne principale de terre, sans interrompre la continuité de ce conducteur;
- soit les éléments mentionnés ci-dessus sont reliés chacun avec un conducteur particulier à la borne principale de terre, sans interrompre la continuité de chaque conducteur.

Lorsqu'une liaison équipotentielle supplémentaire est localement imposée, elle relie:
- toutes les parties métalliques simultanément accessibles, qu'il s'agisse des masses de machines et appareils fixes ou des éléments conducteurs étrangers;
- les conducteurs de protection de toutes les machines et appareils électriques; y compris ceux alimentés par des prises de courant.

La liaison équipotentielle supplémentaire peut être assurée soit par des éléments conducteurs étrangers tels que des charpentes métalliques, soit par des conducteurs, soit par une combinaison des deux.

La réalisation des éléments constituant une installation de mise à la terre est décrite *au chapitre 5.4.*

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive en basse tension sans coupure automatique de l'alimentation

a. Protection par l'utilisation de la très basse tension de sécurité (TBTS)

La protection contre les chocs électriques par contacts indirects est considérée comme assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité lorsque:
1. la tension la plus élevée n'est en aucun cas supérieure aux tensions limites conventionnelles absolues mentionnées au tableau «Tension limite conventionnelle absolue» à la *section 2.4.1.* selon les états du corps humain;
2. cette tension de sécurité est fournie par l'une des sources mentionnées comme telle au *4.2.5.3.a.*;
3. le matériel électrique et l'installation électrique sont conformes aux prescriptions des *sous-sections 4.2.5.3.* et *4.2.5.5.*

b. Protection au moyen d'isolation du matériel électrique

Cette mesure a pour but d'empêcher l'apparition de tensions dangereuses sur les parties accessibles des matériels électriques lors d'un défaut de l'isolation principale:
- soit en utilisant du matériel électrique de classe II ou de sécurité équivalant à celle du matériel de classe II (*section 2.4.3.*);
- soit en utilisant des ensembles montés en usine et possédant une isolation totale (*section 2.4.2.*);
- soit en recouvrant, par une isolation supplémentaire (*section 2.4.2.*), le matériel électrique possédant seulement une isolation principale; cette isolation supplémentaire est montée au cours de la réalisation de l'installation électrique;
- soit en recouvrant par une isolation renforcée (*section 2.4.2.*) les parties actives nues; cette isolation est montée au cours de la réalisation de l'installation électrique.

L'installation du matériel électrique (fixation, raccordement des conducteurs...) doit être effectuée de façon à ne pas nuire à la protection assurée conformément aux règles de construction de ces matériels.

Les parties conductrices situées à l'intérieur de l'enveloppe, y compris celles du matériel électrique incorporé, ne sont pas reliées au conducteur de protection.

Toutefois, les conducteurs de protection destinés à assurer la protection du matériel électrique extérieur à l'enveloppe mais alimentés depuis les parties actives intérieures à l'enveloppe, peuvent la traverser. Les bornes prévues pour de tels conducteurs de protection sont repérées de façon appropriée. A l'intérieur de l'enveloppe, les conducteurs de protection et les bornes correspondantes sont isolés dans les mêmes conditions que les parties actives.

Les parties conductrices accessibles et les parties intermédiaires ne doivent pas être reliées à un conducteur de protection sauf si cela est prévu par les règles de construction du matériel correspondant.

c. Protection au moyen de la séparation de sécurité des circuits

c.1. Généralités

La séparation électrique des circuits est destinée à éviter des chocs électriques pouvant résulter d'un contact avec des masses susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives de ce circuit.

c.2. Alimentation du matériel électrique

Le circuit est alimenté:
- soit par l'intermédiaire d'un transformateur de séparation des circuits; le transformateur est de la classe II ou répond à la mesure de protection par isolation supplémentaire conformément à la *section 2.4.2.*;
- soit par une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent, par exemple des groupes moteur-générateur qui ont une isolation équivalente.

La tension nominale du circuit secondaire des transformateurs de séparation ou des groupes moteur-générateur n'est pas supérieure à une tension alternative de 500 V entre conducteurs actifs.

Le circuit ainsi alimenté n'a aucun point commun avec un autre circuit ni aucun point relié à la terre.

c.3. Etendue du circuit d'utilisation

L'étendue du circuit d'utilisation est telle que le produit de la tension en V par la longueur des canalisations électriques en m ne soit pas supérieur à 100 000 et que la longueur totale du circuit ne dépasse pas 500 m.

c.4. Connexion des masses avec la terre

Les masses des machines et appareils électriques utilisés dans le circuit ne sont reliées intentionnellement ni avec la terre, ni avec les masses des machines et appareils électriques alimentés par d'autres types de circuits.

Si plusieurs machines ou appareils électriques sont reliés au même circuit, leurs masses sont reliées à un conducteur de protection non relié à la terre.

c.5. Equipotentialité des masses

Lorsque le circuit alimente plusieurs socles de prises de courant, ceux-ci comportent un contact de protection; ces contacts des différents socles sont, afin de réaliser l'équipotentialité des masses, reliés entre eux ainsi qu'à la masse du générateur éventuel, sans être mis à la terre.

Dans les câbles souples, le conducteur de protection qui est utilisé comme conducteur d'équipotentialité, se trouve sous la même gaine que les conducteurs actifs.

c.6. Canalisations électriques

Si on ne peut éviter d'utiliser les conducteurs d'une même canalisation électrique pour le circuit en question et d'autres types de circuits, il est fait usage de câbles multiconducteurs sans aucun revêtement métallique ou de conducteurs isolés sous conduits en matière isolante. Ces conducteurs et câbles sont conformes aux règles de l'art, respectent les prescriptions de la *sous-section 5.2.1.3.* et ont une tension nominale au moins égale à la tension la plus élevée mise en jeu, chaque circuit étant protégé contre les surintensités.

c.7. Dispositif de protection en cas de deux défauts francs

Lorsqu'une même source alimente plusieurs machines ou appareils électriques, un dispositif de protection assure la coupure dans un temps au plus égal à celui fixé à la courbe de sécurité, définie au *tableau 2.4.* à la *section 2.4.1.,* dans le cas de deux défauts francs d'isolement intéressant deux masses et alimentés par deux conducteurs de potentiels différents.

d. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse

d.1. Généralités

Cette mesure de protection est destinée, en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives, à éviter le contact simultané avec des parties susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse.

Cette protection consiste à utiliser les mesures suivantes, soit seules, soit en combinaison:
- création d'une liaison équipotentielle locale non mise à la terre entre des masses et des éléments conducteurs étrangers;
- éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles;
- interposition d'obstacles efficaces entre les masses ou entre les masses et les éléments conducteurs étrangers;
- isolation des masses ou des éléments conducteurs étrangers.

d.2. Création d'une liaison équipotentielle locale non mise à la terre entre des masses et des éléments conducteurs étrangers

Les masses et les éléments conducteurs étrangers simultanément accessibles sont reliés entre eux de manière à exclure, en cas de défaut, le maintien entre ces parties d'une différence de potentiel supérieure à la tension limite conventionnelle absolue, définie au *tableau 2.3.* à la *section 2.4.1.*

Les liaisons équipotentielles ainsi réalisées ne sont pas en liaison avec la terre, ni directement, ni par l'intermédiaire des masses ou éléments conducteurs étrangers.

L'utilisation du matériel électrique de la classe 0 est interdite, à l'exception de la classe 01, à la condition que sa borne de masse soit reliée au conducteur de l'équipotentielle locale.

Les dispositions sont prises pour empêcher que les éléments conducteurs étrangers ou les masses puissent propager des potentiels en dehors du lieu où cette mesure est appliquée.

Les dispositions sont prises pour empêcher que des personnes soient soumises à une différence de potentiel dangereuse en accédant au lieu considéré ou en le quittant. Ceci s'applique notamment au cas où un plancher conducteur mais isolé du sol est relié à la liaison équipotentielle du lieu.

d.3. Eloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles

L'éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles est réalisé en disposant les masses et les éléments conducteurs étrangers de telle façon qu'il ne soit pas possible, pour les personnes se trouvant dans des circonstances habituelles, d'entrer en contact simultanément soit avec une masse et un élément conducteur étranger, soit avec deux masses si ces éléments sont susceptibles d'être portés à des potentiels différents.

Dans de tels lieux aucun conducteur de protection n'est prévu.

Pour définir les circonstances habituelles, la forme et les dimensions des objets habituellement manipulés dans ces lieux sont prises en considération.

Cet éloignement est considéré comme suffisant quant à l'intérieur du volume d'accessibilité, cette distance horizontale est de 2 m et, à l'extérieur de ce volume, de 1,25 m.

d.4. Interposition d'obstacles efficaces entre les masses ou entre les masses et les conducteurs étrangers

Ces obstacles sont considérés comme efficaces s'ils portent la distance de contournement aux valeurs mentionnées au *point d.3.* ci-avant; ils sont fixés de façon sûre et résistent aux contraintes susceptibles de les solliciter; ils ne sont reliés ni à la terre, ni à des masses; dans la mesure du possible, ils sont en matière isolante.

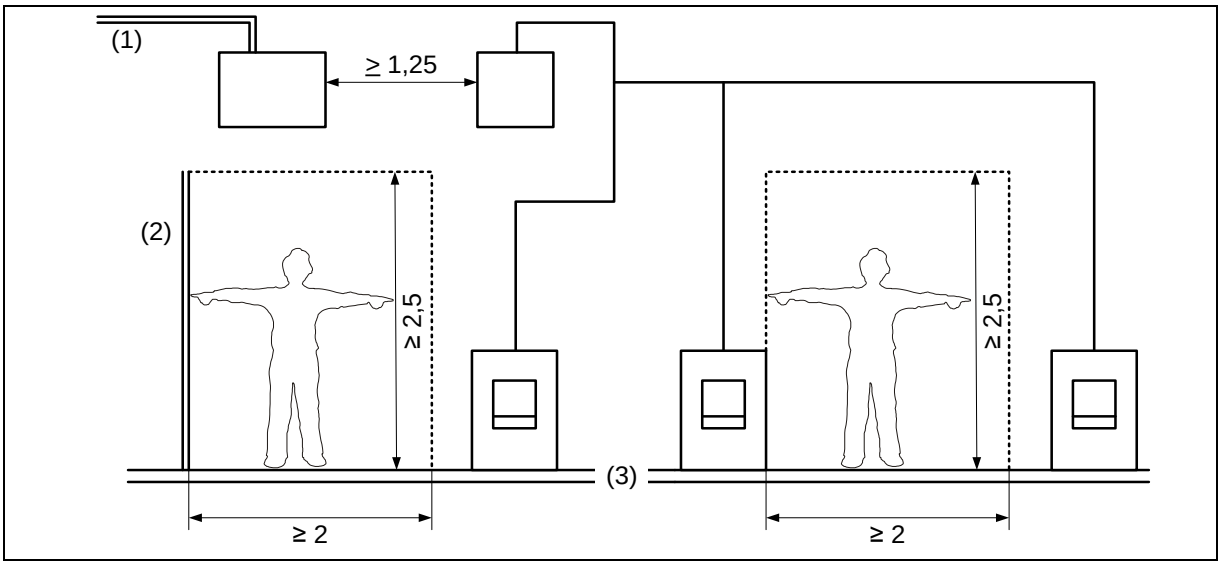
d.5. Isolation des masses ou des éléments conducteurs étrangers

Cette mesure s'applique à certaines masses ou certains éléments conducteurs étrangers qui sont installés de manière à supprimer toute liaison galvanique avec d'autres masses ou d'autres conducteurs étrangers.

Cette séparation électrique implique au moins l'usage d'une pièce ou d'un élément isolant.

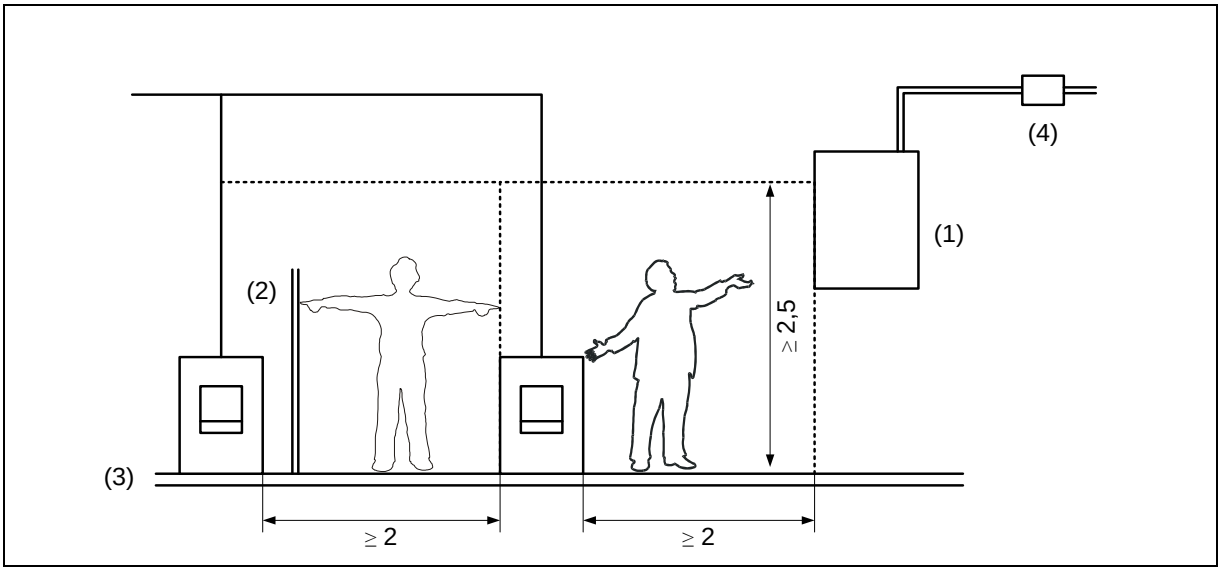
Les masses ou éléments conducteurs étrangers accessibles ainsi protégés par isolation ne sont plus à prendre en considération à l'intérieur du volume d'accessibilité. La pièce ou l'élément isolant dispose d'une rigidité mécanique suffisante et supporte des essais de type à une tension d'essai d'au moins 2000 V en courant alternatif à la fréquence industrielle pendant une minute, le courant de fuite n'étant pas supérieur à 1 mA dans les conditions normales d'influence externe.

Figure 4.1. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (1)



Distances en mètres
(1) Elément conducteur
(2) Paroi en matière non isolante mais isolée
(3) Plancher isolant

Figure 4.2. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (2)



Distances en mètres
(1) Elément conducteur
(2) Obstacle (cloison isolante ou isolée)
(3) Plancher isolant
(4) Pièce isolante

d.6. Dispositions complémentaires

Les dispositions prises sont adaptées aux contraintes normalement prévisibles et gardent leur efficacité dans le temps. Il faut notamment veiller à ce que l'humidité ne risque pas de compromettre, selon le cas, l'isolation propre des planchers, des parois et des obstacles ou leur isolement par rapport à la terre.

Elles assurent également la protection efficace des machines et appareils mobiles lorsque l'utilisation de ceux-ci est prévue ou possible.

Sous-section 4.2.3.4. Protection active en basse tension avec coupure automatique de l'alimentation et avertissement éventuel

a. Principes

a.1. Généralités

Les mesures de protection avec coupure automatique de l'alimentation sont basées sur le respect de la courbe de sécurité définie au *tableau 2.4.*

Leur application nécessite la liaison des masses à un conducteur de protection et l'utilisation d'un dispositif de coupure dont les caractéristiques de fonctionnement doivent permettre le respect de la courbe de sécurité, compte tenu des valeurs d'impédance de boucles de défaut et du schéma des liaisons à la terre.

a.2. Connaissance du schéma de mise à la terre

Ces mesures de protection nécessitent la coordination entre:
- le schéma de mise à la terre; et
- les caractéristiques du dispositif de protection.

L'exploitant du réseau d'alimentation détermine le schéma de mise à la terre de son réseau. L'installateur ne connaissant pas ce schéma s'en informe auprès de cet exploitant.

a.3. Dispositifs d'avertissement ou de coupure

Selon le cas, sont utilisés des dispositifs de protection à maximum de courant, des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, des dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut et/ou des dispositifs de surveillance de l'isolement.

a.4. Obligation du conducteur de protection

Il est interdit d'utiliser, comme seul moyen de protection contre les contacts indirects, des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel en supprimant le conducteur de protection, même si la valeur du courant différentiel de fonctionnement est inférieur ou égal à 30 mA.

Si on utilise un dispositif de protection sensible à la tension de défaut, il est installé de façon à assurer son fonctionnement aux tensions de défaut indiquées. L'élément sensible à cette tension de défaut est relié, d'une part, au conducteur de protection interconnectant l'ensemble des masses et, d'autre part, à un conducteur isolé raccordé à une prise de terre auxiliaire. Le conducteur de protection n'est relié qu'aux masses des machines ou appareils électriques dont l'alimentation doit être interrompue lorsque le dispositif de protection fonctionne dans des conditions de défaut. La prise de terre auxiliaire est électriquement distincte et indépendante de tous les autres éléments métalliques mis à la terre, tels qu'éléments de constructions métalliques, conduites métalliques, gaines métalliques de câbles. Cette dernière condition est considérée comme remplie si la prise de terre auxiliaire est installée à une distance d'au moins 15 m d'autres prises de terre, en l'absence de structures métalliques souterraines susceptibles de réduire la résistance électrique du terrain sur cette distance.

a.5. Obligation du conducteur d'équipotentielle principale

Dans chaque bâtiment (tant dans les installations domestiques que dans les installations non-domestiques), une liaison équipotentielle principale est obligatoire. Elle est réalisée conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.4.4.1.* et en tenant compte des prescriptions de la *sous-section 4.2.3.2.*

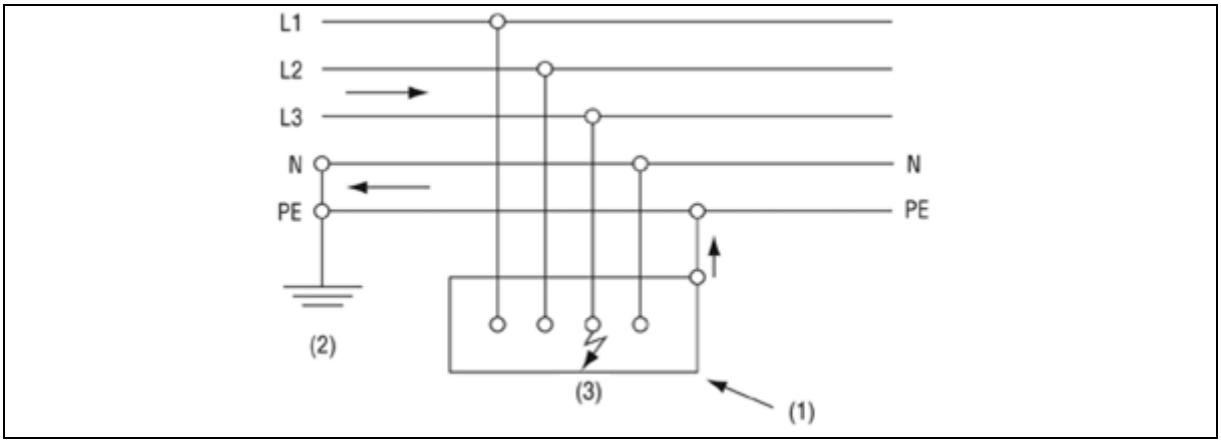
b. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau TN

b.1. Boucle de défaut

Tout défaut franc entre une phase et la masse d'un matériel électrique produit un court-circuit entre cette phase et le conducteur de protection.

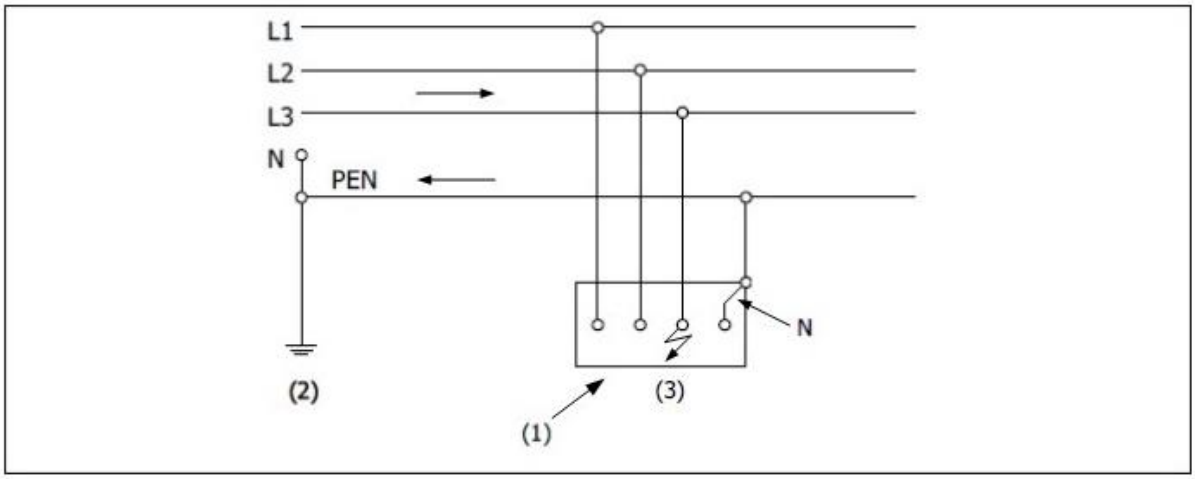
L'un des dispositifs de protection suivant est utilisé, à savoir:
- les dispositifs de protection à maximum de courant;
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel.

Figure 4.3. Boucle de défaut dans un schéma TN-S



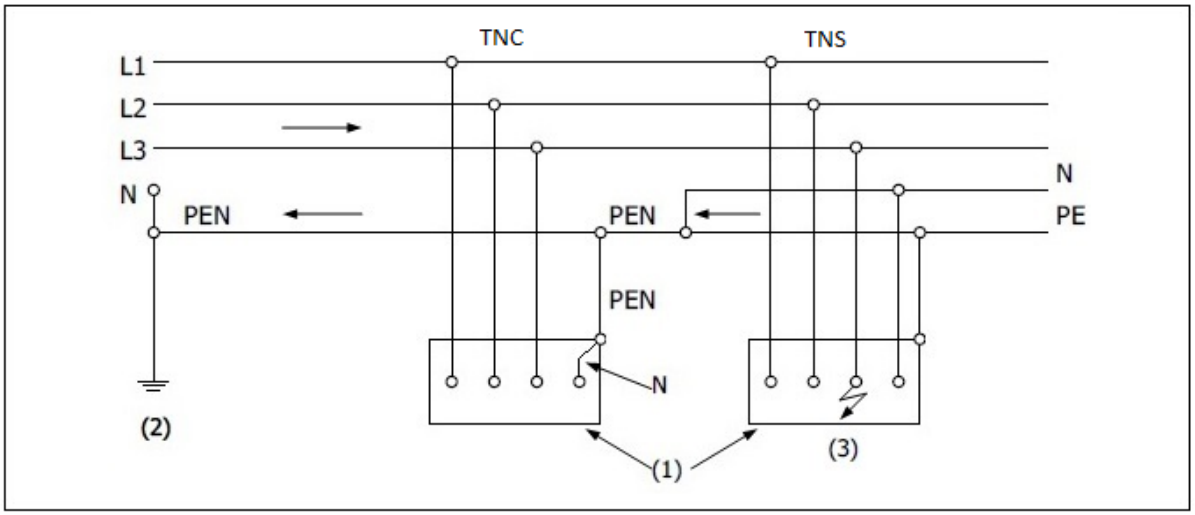
(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Figure 4.4. Boucle de défaut dans un schéma TN-C



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Figure 4.5. Boucle de défaut dans un schéma TN-C-S



(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Lorsque le conducteur neutre et le conducteur de protection sont combinés (schéma TN-C), la protection doit être assurée par des dispositifs à maximum de courant.

b.2. Vérification de la courbe de sécurité

Les dispositifs de protection et les sections des conducteurs sont choisis de telle sorte que si, en un endroit quelconque, il se produit un court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur de protection ou une masse qui lui est reliée, la coupure soit effectuée en un temps approprié.

Cette condition est remplie si, U_o étant la tension par rapport à la terre du réseau, Z_s étant l'impédance de la boucle de défaut, le courant I_a déterminé par la formule:

$$I_a \leq \frac{U_o}{Z_s}$$

assure le fonctionnement du dispositif de coupure automatique en un temps au plus égal à celui spécifié à la courbe de sécurité.

Dans les cas particuliers où un défaut franc peut se produire entre une phase et la terre, la résistance globale des mises à la terre R_B répond à la condition suivante:

$$R_B \leq \frac{U_L \cdot R_E}{U_o - U_L}$$

où:
U_L: tension limite conventionnelle absolue mentionnée au *tableau 2.3.*;
R_E: résistance minimale présumée de contact à la terre des conducteurs non reliés au conducteur de protection, par lesquels peut se produire un défaut entre phase et terre; cette résistance peut être présumée égale à 5 Ω.

b.3. Schéma TN-C

Dans les installations fixes, à l'exception des circuits biphasés, le conducteur PEN a une section au moins égale à 10 mm² en cuivre ou à 16 mm² en aluminium.

Dans ce cas, la protection est assurée par des dispositifs à maximum de courant.

b.4. Schéma TN-C-S

Si, à partir d'un point du réseau, le conducteur PEN est dédoublé selon ses deux fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection, il est interdit de relier le conducteur de protection et le conducteur neutre en aval de ce point.

A l'endroit de ce dédoublement, il y a lieu de prévoir des bornes ou barrettes distinctes pour le conducteur de protection et pour le conducteur neutre; cette disposition assure une liaison directe et permanente du conducteur commun et du conducteur de protection.

b.5. Utilisation des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

Si pour certains appareils électriques ou pour certaines parties d'installation électrique, une ou plusieurs des conditions énoncées aux points ci-avant ne sont pas respectées, ces appareils ou parties d'installations sont protégés par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel.

Dans le cas d'utilisation de ce dispositif, les masses peuvent ne pas être raccordées au conducteur de protection lorsqu'elles sont raccordées à une prise de terre dont la résistance est adaptée au courant de fonctionnement du dispositif à courant différentiel-résiduel.

Le circuit protégé par ce dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est alors considéré selon le schéma TT et les mesures de protection, dont question au *point c.* ci-après, relatives à ce schéma TT, sont d'application.

S'il n'existe pas de prise de terre indépendante, le raccordement des masses au conducteur de protection est effectué en amont du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel.

c. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau TT

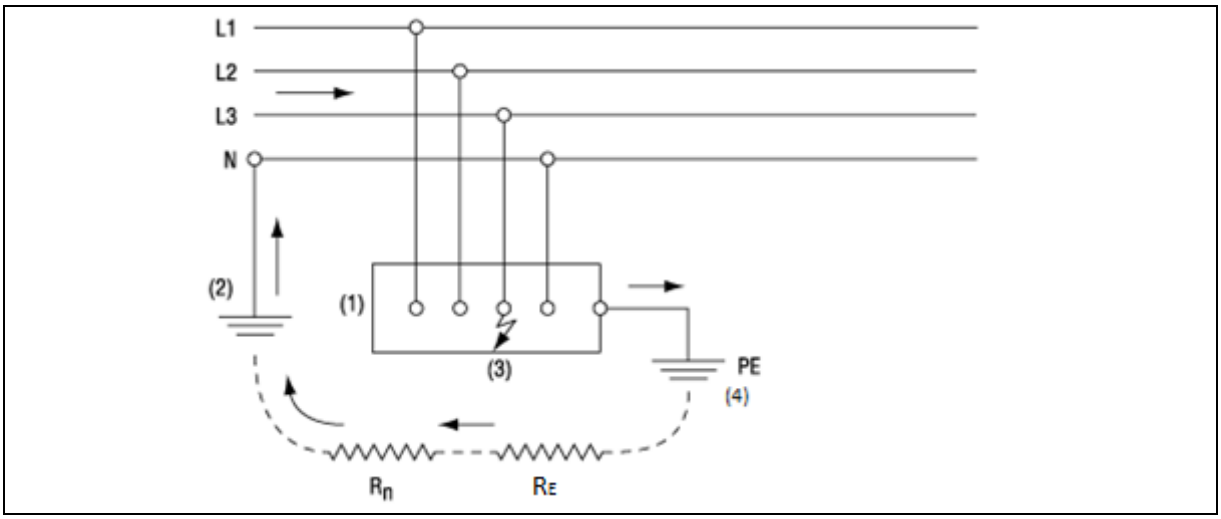
c.1. Boucle de défaut

La boucle de défaut comprend généralement la terre sur une partie de son parcours, ce qui n'exclut pas la possibilité de liaisons électriques, volontaires ou de fait, entre la prise de terre des masses de

l'installation électrique et celle de l'alimentation.

Les courants de défaut phase/masse sont limités par l'impédance de la boucle de défaut, tout en ayant une intensité inférieure à celle d'un courant de court-circuit.

Figure 4.6. Boucle de défaut dans un schéma TT



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Défaut
(4) Prise de terre de la masse (R_E)

L'un des dispositifs de protection suivants est utilisé, à savoir:
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
- les dispositifs de protection à maximum de courant;
- les dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut.

c.2. Vérification de la courbe de sécurité

Le dispositif de protection a un temps de fonctionnement inférieur ou égal à celui défini à la courbe de sécurité pour les tensions de contact présumées.

Toutefois, sauf dans les installations domestiques, des raisons impérieuses de sélectivité des moyens de protection peuvent, moyennant l'accord du fonctionnaire chargé de l'inspection, amener à un temps de fonctionnement maximum de 1 seconde pour les appareils installés à poste fixe.

La résistance R_E de dispersion de la prise de terre à laquelle sont reliées les masses de l'installation doit au moins être inférieure ou égale au quotient de la tension limite conventionnelle absolue U_L mentionnée au *tableau 2.3.*, par le courant nominal I_A de fonctionnement du dispositif de protection, c'est-à-dire:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_A}$$

Dans le cas où il est fait usage de dispositif à courant différentiel-résiduel, les valeurs du courant différentiel-résiduel nominal de fonctionnement et de la résistance de dispersion de la prise de terre sont fixées, selon le type d'installations:
- aux *4.2.3.2.* et *4.2.4.3.b.* pour les lieux domestiques;
- *au 4.2.4.4.d.* pour les lieux non-domestiques;
- *à la section 7.11.2.* pour les installations foraines;
- à la *section 7.101.2.* pour les véhicules ou remorques routières alimentés pendant leur stationnement.

c.3. Installation du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel

Toutes les masses protégées par un même dispositif de protection à courant différentiel-résiduel sont reliées à une même prise de terre.

Le conducteur neutre n'est pas relié à la terre en aval du dispositif différentiel.

c.4. Protection du conducteur neutre

Le conducteur neutre est isolé et installé dans les mêmes conditions qu'un conducteur de phase.

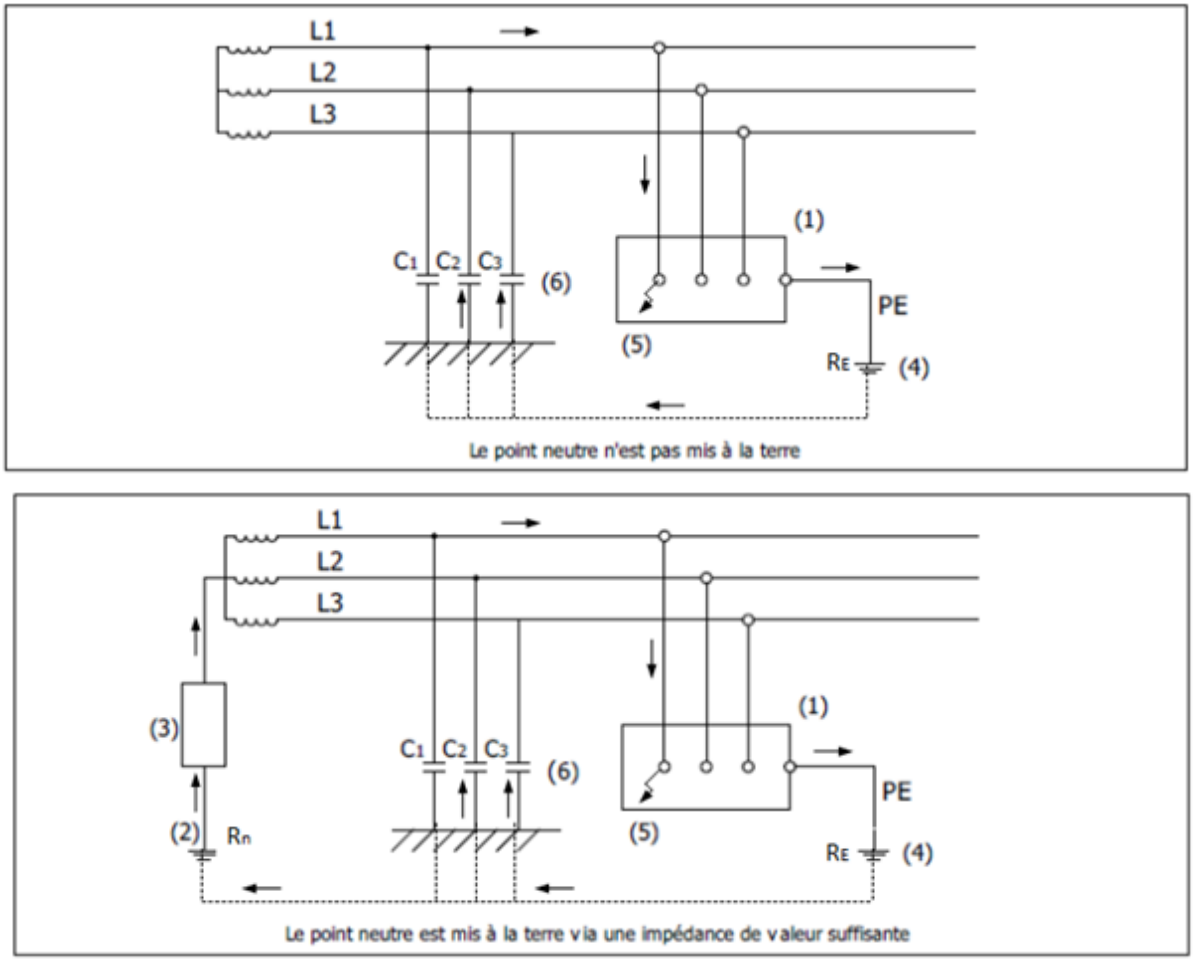
Lorsqu'en amont ou dans le circuit considéré, il n'existe pas de dispositif différentiel, une détection de surintensité est prévue sur le conducteur neutre à l'exception des cas particuliers mentionnées aux *sous-sections 4.4.4.3.* et *4.4.4.4.*

Elle provoque la coupure de l'alimentation y compris le conducteur neutre:
- soit lorsque le conducteur neutre, lors d'un défaut direct entre un conducteur de phase et la terre, présente une tension par rapport à la terre supérieure à la tension limite conventionnelle absolue;
- soit lorsque l'apparition d'un défaut franc dans ce circuit ne provoque pas le fonctionnement des dispositifs de protection des conducteurs de phase.

d. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau IT

d.1. Le schéma IT

Figures 4.7. Schéma IT (premier défaut)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Impédance
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Capacité de fuite

L'un des dispositifs de protection suivants est utilisé, à savoir:
- les dispositifs de contrôle de l'isolement;
- les dispositifs de protection à maximum de courant;
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
- les dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut.

d.2. Résistance de dispersion de la prise de terre des masses

La résistance de dispersion de la prise de terre R_E des masses satisfait à la condition suivante:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

où:

I_d est le courant de défaut en cas de premier défaut franc entre un conducteur de phase et une masse. La valeur de I_d tient compte des courants de fuite et de l'impédance globale de mise à la terre de l'installation électrique.

U_L est la tension limite conventionnelle absolue mentionnée au *tableau 2.3.*

d.3. Installation du contrôleur permanent de l'isolement

L'installation électrique est contrôlée, par un dispositif de surveillance de l'isolement, s'il est nécessaire de signaler l'apparition d'un premier défaut à la masse ou à la terre d'une partie active de l'installation électrique. Ce dispositif doit:

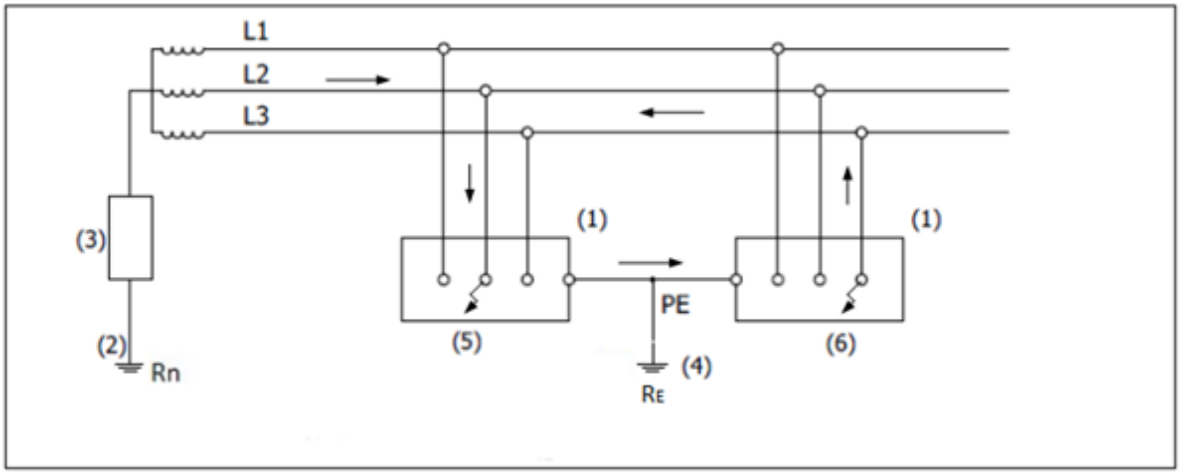
- soit actionner un signal sonore ou un signal visuel;
- soit couper automatiquement l'alimentation.

d.4. Mesures à prendre en cas d'existence d'un premier défaut d'isolement

Dès le moment où un contrôleur permanent d'isolement a signalé l'existence d'un défaut franc d'isolement, les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

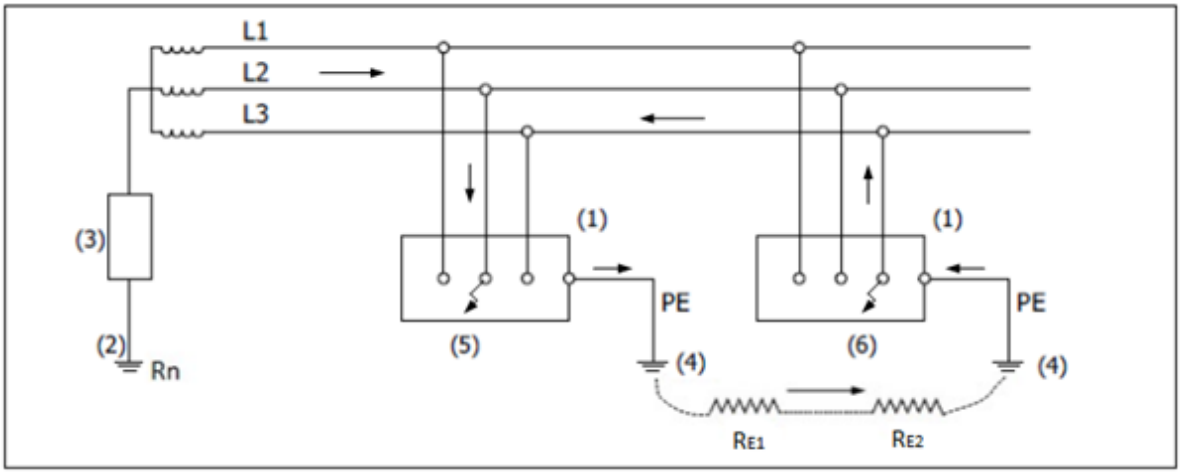
d.5. Mesures à prendre en cas d'existence de deux défauts d'isolement simultanés

Figure 4.8. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses interconnectées)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Impédance (installée ou non)
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Deuxième défaut

Figure 4.9. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses non interconnectées)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation(R_n)
(3) Impédance (installée ou non)
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Deuxième défaut

Pour se prémunir contre les dangers pouvant résulter de l'existence de deux défauts d'isolement simultanés affectant deux phases différentes ou une phase et le neutre, les mesures de protection prescrites pour les installations alimentées par un réseau TN ou TT sont prises selon que toutes les masses sont interconnectées ou non par un conducteur de protection. Les *figures 4.8 et 4.9.* s'appliquent aussi bien pour le schéma IT qu'il soit isolé de la terre ou qu'il soit relié à la terre par une impédance.

Section 4.2.4. Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en BT et TBT

Sous-section 4.2.4.1. Domaine d'application

a. Généralités

A l'exception des cas signalés au *point b.* ci-après, les mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect sont toujours requises lorsqu'une personne peut toucher simultanément:
- soit une masse et un élément conducteur étranger;
- soit une masse et une paroi ou un sol non isolant;
- soit une masse et le potentiel de la terre;
- soit deux masses.

Les règles à appliquer dans les lieux domestiques pour l'installation à basse tension sont données à la *sous-section 4.2.4.3.*

Dans les lieux non-domestiques pour l'installation à basse tension, les règles à suivre sont fixées à la *sous-section 4.2.4.4.*

Pour les cas particuliers tels que les piscines, les appareils d'éclairage immergeables, les installations de balnéothérapie, les saunas, les salles de douches collectives, les enceintes conductrices, les installations extérieures ou de chantiers, l'alimentation de véhicules automobiles ou de remorques routières, de caravanes, de camping-cars..., pendant leur stationnement, des installations foraines, les règles à suivre sont fixées à la *partie 7.*

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté, fixer les prescriptions qui sont d'application à d'autres cas particuliers et ce, chacun en ce qui le concerne.

b. Exceptions

Aucune mesure spéciale de protection ne doit être prise dans les cas suivants:
1. pour les installations dont les parties actives du matériel électrique peuvent rester nues dans le cadre de la protection contre les chocs électriques par contact direct;
2. pour les conduits métalliques apparents, pour autant que les conducteurs et câbles tirés dans ceux-ci

comportent une isolation complémentaire et soient classés soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir *section 2.7.1.*);

3. pour les potences, potelets et parties métalliques en liaison avec eux, lorsque la tension ne dépasse pas 500 V en courant alternatif ou 750 V en courant continu et qu'ils ne se trouvent pas dans le volume d'accessibilité;
4. pour les électro-aimants de contacteurs ou de relais, noyaux de transformateurs et pour les parties magnétiques de déclencheurs pour autant que ces éléments soient des masses;

Sous-section 4.2.4.2. Influences externes

Trois influences externes interviennent pour motiver le choix du matériel électrique et les mesures de protection à prendre en fonction de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects, à savoir:

- l'influence externe de l'humidité de la peau sur la résistance électrique du corps humain (BB: voir *tableau 2.3.*);
- le contact des personnes avec le potentiel de la terre (BC; voir *section 2.10.13.*);
- la présence d'eau (AD; voir *section 2.10.3.*).

Sous-section 4.2.4.3. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les lieux domestiques

a. Matériel électrique

L'utilisation de machines et d'appareils électriques de classe 0 est interdite. Les masses éventuelles du matériel électrique à basse tension de la classe I sont reliées au conducteur de protection des canalisations électriques qui les alimentent.
Toutefois, dans les lieux domestiques, il est autorisé de ne pas raccorder au conducteur de protection de la canalisation électrique les masses des appareils fixes d'éclairage de classe I comportant des douilles ne disposant pas d'un degré de protection d'au moins IPXX-B.

b. Protection des circuits en général

Un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, dont le courant de fonctionnement est au maximum 300 mA, est au moins placé à l'origine de l'installation électrique.
Des mesures adéquates sont prises pour que les bornes d'entrée du dispositif de protection soient inaccessibles. A cet effet, la permanence de cette inaccessibilité est réalisée par un plombage placé par la personne visée à la *section 6.4.1.* et chargée d'en faire le contrôle de conformité avant la mise en usage.
Si la résistance de dispersion de la prise de terre est supérieure à 30 Ω, cette protection est complétée par des dispositifs de protection à haute sensibilité dont un pour l'ensemble des circuits d'éclairage, un pour chaque autre circuit ou groupe de circuit comportant au maximum 16 socles simples ou multiples de prises de courant; toutefois, des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel de 100 mA de sensibilité sont admis pour les circuits des cuisinières électriques, frigos et congélateurs.
Dans le cas d'une modification importante ou d'une extension importante dans une ancienne installation électrique domestique visée dans la *partie 8*, le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel exigé dans la présente prescription doit protéger l'ensemble de l'installation électrique.

Il est autorisé par dérogation au 1er alinéa du *point b.* de ne pas placer de dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à l'origine de l'installation électrique pour les circuits de sécurité (*chapitre 5.5.*) et les circuits critiques (*chapitre 5.6.*) des parties communes d'un ensemble résidentiel.

c. Protection des installations dans les salles de bains et salles de douches, ainsi que des lessiveuses, séchoirs et lave-vaisselle

Les appareils d'utilisation à poste fixe, les dispositifs de commande et de réglage et les socles de prises de courant qui sont admis dans les salles de douches et les salles de bains (voir aussi *chapitre 7.1*), les dispositifs servant au raccordement d'un lave-linge, d'un sèche-linge et d'un lave-vaisselle sont protégés par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou très haute sensibilité. Ce dispositif est subordonné à celui placé à l'origine de l'installation.
Toutefois, cette protection n'est pas nécessaire pour les socles de prises de courant alimentés à travers un transformateur de séparation des circuits individuel conformément aux prescriptions de *4.2.3.3.c.*
Le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou à très haute sensibilité peut être aussi utilisé pour protéger des circuits d'autres locaux ou emplacements.
Les circuits de la salle de bain et de la salle de douche peuvent également alimenter du matériel électrique dans d'autres locaux ou emplacements.

d. Circuits de chauffage par résistances noyées dans le sol ou dans un matériau

Si le chauffage est réalisé au moyen de résistances noyées dans le sol ou dans un matériau alimenté à une tension supérieure à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse, l'installation électrique de chauffage est munie d'un dispositif de protection à haute sensibilité (30 mA) ou à moyenne sensibilité (100 mA).

Sous-section 4.2.4.4. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects dans les lieux non-domestiques

Les prescriptions suivantes sont d'application dans les lieux non-domestiques.

a. Lieux secs à sol et parois isolants

Dans les lieux secs (AD1) à sol et parois isolants (BC1), les prescriptions particulières de *4.2.3.3.d.* peuvent être appliquées.

b. Autres lieux

Dans les lieux autres que les lieux secs à sol et parois isolants, les mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects sont:
- soit des mesures actives conformes à la *sous-section 4.2.3.4.* selon le schéma mise à la terre;
- soit, pour des emplacements ou pour du matériel donné, d'autres mesures de protection telles que:
  - l'emploi de matériel de classe II (*section 2.4.3.*) ou de sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle de la classe II;
  - la séparation de sécurité des circuits (*4.2.3.3.c.*);
  - la très basse tension de sécurité (*4.2.3.3.a.* et *sous-sections 4.2.5.3.* et *4.2.5.5.*);
  - les dispositions particulières de *4.2.3.3.d.*

c. Lieux mouillés où la résistance électrique du corps humain est réduite ou très faible (BB3)

Les lieux mouillés où la résistance électrique du corps humain est réduite ou très faible (BB3), sont caractérisés par la conjugaison des influences externes suivantes:
- la présence d'eau est caractérisée par les influences externes AD6 (paquets d'eau), AD7 (immersion) ou AD8 (submersion);
- les contacts avec le potentiel de terre sont fréquents (BC3) ou continus (BC4).

Dans tous ces cas, seul l'emploi de la très basse tension de sécurité est autorisé; la tension est limitée à 12 V en courant alternatif, 18 V en courant continu non lisse et 30 V en courant continu lisse.

Toutefois, des tensions plus élevées sont admises, dans des lieux conducteurs, pour certaines applications particulières conformément aux prescriptions du *chapitre 7.6.*

d. Emploi d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel

Si un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est utilisé, la résistance de dispersion de la prise de terre ne sera pas supérieure à 500 Ω pour les lieux secs et non conducteurs et à 240 Ω pour les autres lieux.

La sensibilité du dispositif de protection est fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre, comme mentionné au *tableau 4.4.*

Tableau 4.4. Dispositif de protection à courant différentiel: sentibilité des dispositifs de protection en fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre

Résistance de dispersion de la prise de terre		***Courant nominal différentiel-résiduel du dispositif de protection***
Lieux secs et non-conducteurs	***Autres lieux***	
jusqu'à 50 Ω	jusqu'à 24 Ω	1000 mA
de 50 à 100 Ω	de 24 à 48 Ω	500 mA
de 100 à 166 Ω	de 48 à 80 Ω	300 mA
de 166 à 500 Ω	de 80 à 240 Ω	100 mA, à haute et très haute sensibilité

Section 4.2.5. Mesures de protection en très basse tension

Sous-section 4.2.5.1. Alimentation en très basse tension (TBT)

La très basse tension est fournie:
1. soit par des sources d'alimentation autonomes, telles que:
   - des sources d'alimentation électrochimiques (p.ex. des batteries d'accumulation); ou bien
   - d'autres sources d'alimentation autonomes dont l'alimentation n'est pas de nature électrique;
2. soit à partir d'une installation électrique par des appareils à enroulements électriquement distincts, à condition que ces appareils soient:
   - des transformateurs de séparation;
   - des dispositifs ayant un niveau de sécurité équivalent à celui des transformateurs de séparation;
   - conçus de telle façon qu'en cas de défaut entre le primaire et le secondaire soit empêché:
     - ou la présence d'une tension de contact qui n'est pas de sécurité sur les masses du matériel à très basse tension en adoptant pour ce matériel des mesures de protection contre les contacts indirects conformes aux *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* et *4.2.3.3.d.*;
     - ou le maintien, sur les masses du matériel électrique à très basse tension, d'une tension de contact qui n'est pas de sécurité pendant des durées supérieures à celles mentionnées au *tableau 2.4.*, en connectant ces masses avec le conducteur de protection du circuit primaire et en appliquant à ce matériel des mesures de protection conformes à la *sous-section 4.2.3.4.*;
3. soit par des dispositifs électroniques où des mesures constructives ont été prises pour empêcher que, même en cas de défaut interne de ces dispositifs, la tension aux bornes de sortie ne puisse être supérieure à la tension limite conventionnelle absolue définie au *tableau 2.3.*
   Toutefois, des valeurs de tension plus élevées sont admises lorsqu'en cas de contact direct ou indirect, cette tension est réduite aux tensions limites conventionnelles absolues dans un temps déterminé par les tensions limites conventionnelles relatives définies au *tableau 2.4.*

La tension nominale de ces sources d'alimentation à très basse tension, à l'exception des sources mentionnées au *point 3.* ci-avant, ne dépasse pas les valeurs définies aux *sections 2.3.2.* et *2.3.3.*

Sous-section 4.2.5.2. Installations électriques en très basse tension fonctionnelle (TBTF)

a. Généralités

a.1. Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée:
- soit par des enveloppes ou barrières présentant au moins un degré de protection IPXX-B;
- soit par une isolation, conçue pour une tension d'essai de 1500 V à la fréquence industrielle pendant 1 minute;
- soit par éloignement.

a.2. Protection contre les contacts indirects

En cas d'un défaut d'isolation entre le réseau d'alimentation et le réseau en TBTF et en cas d'un défaut dans le réseau TBTF, il y a lieu d'empêcher que les masses du matériel électrique à très basse tension soient soumises à une tension de contact qui n'est pas de sécurité:
- soit, pendant un temps supérieur à la durée maximale définie par les tensions limites conventionnelles relatives, par l'application des mesures de protection reprises à la *sous-section 4.2.3.4.*;
- soit par l'application des mesures de protection reprises dans *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* et *4.2.3.3.d.*

a.3. Protection contre les effets thermiques et contre les surintensités

Les prescriptions du *chapitre 4.3. «Protection contre les effets thermiques»* et du *chapitre 4.4. «Protection électrique contre les surintensités»* restent entièrement d'application. Plus spécifiquement, des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut, tout particulièrement en cas d'utilisation des appareils de classe I.

b. Prises de courant

Les prises de courant à TBTF satisfont aux prescriptions suivantes:
- les fiches ne peuvent pas pouvoir entrer dans les socles alimentés sous d'autres tensions;
- les socles empêchent l'introduction de fiches conçues pour d'autres alimentations que la TBTF.

Sous-section 4.2.5.3. Installations électriques en très basse tension de sécurité (TBTS) et en très basse tension de protection (TBTP)

a. Source d'alimentation

La TBTS et la TBTP peuvent uniquement être fournies par l'une des sources d'alimentation de très basse tension mentionnée :
- soit au *point 1.* de la *sous-section 4.2.5.1.*;
- soit aux 2 premiers tirets du *point 2.* de la *sous-section 4.2.5.1.*, au terme duquel ces appareils ont un niveau de séparation équivalent à celui d'un transformateur de sécurité;
- soit au *point 3.* de la *sous-section 4.2.5.1.*, au terme duquel la valeur de tension plus élevée comme décrite au deuxième alinéa, n'est admise que pour la TBTP.

Si l'installation électrique à très basse tension de sécurité est alimentée en tension continue au moyen d'un ou plusieurs redresseurs, la valeur de la tension limite conventionnelle absolue est applicable à la sortie du transformateur sans qu'il soit fait préjudice des dispositions des *sections 2.3.2.* et *2.3.3.* en ce qui concerne la tension continue.

Les sources d'alimentation mobiles telles que les transformateurs de sécurité ou les groupes électrogènes sont choisies ou installées conformément aux prescriptions relatives aux mesures de protection concernant l'utilisation du matériel de classe II ou équivalent.

b. Parties actives

Les parties actives des circuits TBTS et TBTP sont séparées physiquement les unes des autres et d'autres circuits.

Des mesures sont prises pour réaliser une séparation de protection; cette règle n'est pas d'application à la liaison de la TBTP à la terre.

c. Canalisations électriques

Afin de réaliser la séparation de protection mentionnée au *point b.*, une des dispositions suivantes est prise:
- une séparation physique d'au moins 10 mm entre les conducteurs des circuits TBTS et TBTP et les conducteurs d'autres circuits;
- les conducteurs des circuits TBTS et TBTP doivent être munis, en plus de leur isolation principale, d'une isolation supplémentaire (gaine, conduit...);
- un câble multiconducteur ou un groupement de conducteurs peut contenir des circuits à des tensions différentes pourvu que les conducteurs des circuits TBTS et TBTP soient isolés, soit individuellement, soit collectivement, pour la tension la plus élevée mise en jeu.

d. Prises de courant

Les prises de courant à TBTS et TBTP satisfont aux prescriptions suivantes:
- les fiches ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés sous d'autres tensions que la TBTS et la TBTP;
- les socles empêchent l'introduction des fiches conçues pour des alimentations autres que la TBTS et la TBTP;
- les fiches TBTS ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés en TBTP et les fiches TBTP ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés en TBTS;
- les socles TBTS ne comportent pas de contact de protection ou de mise à la terre. Par contre, les socles TBTP peuvent comporter de contact de protection ou de mise à la terre.

e. Protection contre les effets thermiques et contre les surintensités

Les prescriptions du *chapitre 4.3.* «Protection contre les effets thermiques» et du *chapitre 4.4.* «Protection électrique contre les surintensités» restent entièrement d'application.
Plus spécifiquement, des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut, tout particulièrement en cas d'utilisation des appareils de classe I.

Sous-section 4.2.5.4. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTP

a. Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée:
- soit par des enveloppes ou barrières présentant au moins un degré de protection IPXX-B;
- soit par une isolation, conçue pour une tension d'essai de 500 V à la fréquence industrielle pendant 1 minute;
- soit par éloignement.

b. Protection contre les contacts indirects

Aucune mesure de protection contre les contacts indirects n'est nécessaire.

c. Dérogations

Nonobstant les dispositions précitées, une protection contre les contacts directs n'est pas nécessaire pour le matériel électrique TBTP situé à l'intérieur d'une zone équipotentielle mise à la terre et si la valeur de la tension nominale ne dépasse pas les valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de la *sous-section 4.2.2.2.*

Sous-section 4.2.5.5. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTS

a. Protection contre les contacts directs

Lorsque la tension nominale du circuit est supérieure aux valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de la *sous-section 4.2.2.2.*, la protection contre les contacts directs doit être assurée conformément aux prescriptions de *4.2.5.4.a.*

Lorsque la tension nominale est égale ou inférieure aux valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de la *sous-section 4.2.2.2.*, aucune protection contre les contacts directs n'est nécessaire.

b. Protection contre les contacts indirects

Aucune mesure de protection contre les contacts indirects n'est nécessaire.

c. Raccordements interdits

Les parties actives du matériel électrique TBTS ne peuvent pas être reliées galvaniquement:
- à la prise de terre;
- à des parties actives appartenant à d'autres circuits;
- à des conducteurs de protection appartenant à d'autres circuits.

Les masses du matériel électrique TBTS ne peuvent pas être reliées galvaniquement:
- à la prise de terre;
- à des conducteurs de protection ou des masses d'autres installations;
- des éléments conducteurs, à moins que ceux-ci ne soient garantis contre le risque d'être portés à un potentiel supérieur à la tension limite conventionnelle absolue.

Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques

Section 4.3.1. Généralités

Sous-section 4.3.1.1. Principes

Les personnes et les biens qui se trouvent à proximité de matériel électrique sont protégés contre les effets thermiques dus au fonctionnement de ce matériel et, notamment, contre les effets suivants:
- les risques de brûlures;
- les risques d'incendie:
  - combustion ou dégradation du matériau:
  - atteinte à la sécurité de fonctionnement du matériel électrique installé;
  - propagation de l'incendie par l'installation électrique;
- les risques d'explosion.

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques

Matériau: matière intervenant dans des éléments de construction et dans la fabrication du matériel électrique.

Matériau non combustible: matériau non susceptible d'être en état de combustion. En pratique, un matériau est qualifié de non combustible lorsque, au cours d'un essai normalisé, durant lequel il est exposé à un échauffement prescrit, aucune manifestation extérieure indiquant un dégagement notable de chaleur n'est constatée.

Matériau combustible: matériau susceptible d'être en état de combustion c'est-à-dire d'être en réaction avec l'oxygène avec dégagement de chaleur, le phénomène étant généralement accompagné d'une émission de flammes et/ou d'incandescence. A cet égard, les concentrations en oxygène à considérer ne dépassent pas, sauf cas exceptionnels, celles que l'on rencontre normalement dans l'air.

Matériau inflammable (matériau propagateur de la flamme): matériau susceptible d'entrer et de rester en état de combustion en phase gazeuse, généralement avec émission de lumière pendant qu'il est soumis à une source de chaleur ou après l'y avoir été.

Matériau retardateur de flamme: matériau qui a la propriété, éventuellement après traitement, de retarder la propagation de la flamme.

Matériau auto-extinguible (matériau non propagateur de la flamme): matériau qui a la propriété d'arrêter par lui-même sa combustion, une fois enlevée la source de chaleur provoquant cette combustion.

Matériau ignifugé: matériau qui, par traitement, a acquis la propriété de supprimer ou diminuer sensiblement l'aptitude à la combustion.

Appareil chauffant: appareil destiné principalement au chauffage ou à la cuisson mais qui peut contenir un moteur et des dispositifs analogues dont la puissance n'excède pas 25 % de la puissance totale.

Point d'éclair: température la plus basse, corrigée pour une pression de 101,325 kPa, à laquelle le liquide d'essai dégage des vapeurs, dans les conditions définies dans la méthode d'essai, en quantité telle qu'il en résulte dans le récipient d'essai un mélange vapeur/air inflammable.

Sous-section 4.3.1.3. Influences externes

Les influences externes suivantes sont prises en considération dans le choix du matériel électrique et des mesures de précautions à prendre pour la protection contre les effets thermiques:
- la nature des matières traitées ou entreposées (BE; voir *section 2.10.15.*);
- les matériaux de construction (CA; voir *section 2.10.16.*);
- les structures des bâtiments (CB; voir *section 2.10.17.*).

Section 4.3.2. Protection contre les brûlures

Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible

A l'exception du matériel électrique pour lequel les règles de l'art fixent des limites de température ou d'échauffement pour les surfaces accessibles, tels que, par exemple les appareils de cuisson, les fours, les appareils à souder, les fers à repasser... les surfaces externes des enveloppes des machines, appareils et canalisations électriques disposés à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher n'atteignent pas des températures susceptibles de provoquer des brûlures aux personnes et satisfont aux limites appropriées définies au *tableau 4.5*.

Tableau 4.5. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher

Surfaces extérieures	*Températures maximales (°C)*
1. des organes de commande manuels	
• *métalliques*	55
• *non-métalliques*	65
2. prévues pour être touchées en service normal mais non destinées à être tenues à la main de façon continue	
• *métalliques*	70
• *non-métalliques*	80
3. accessibles mais non destinées à être touchées en service normal	
• *métalliques*	80
• *non-métalliques*	90

La distinction entre surfaces métalliques et non métalliques dépend de la conductibilité thermique de la surface considérée.

Des couches de vernis et de peintures ne sont pas considérées comme modifiant la conductibilité thermique de la surface.

Par contre, certains revêtements plastiques peuvent réduire sensiblement la conductibilité thermique d'une surface métallique et permettre de la considérer comme non métallique.
Toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées dans ce tableau, sont protégées contre tout contact accidentel.

Sous-section 4.3.2.2. Règles complémentaires pour l'influence externe BA2

Dans les lieux destinés spécialement aux petits enfants, les appareils de chauffage sont choisis de manière que les températures des surfaces accessibles ne dépassent pas 60 °C.

Sous-section 4.3.2.3. Installation du matériel électrique

Le matériel électrique ne répondant pas aux prescriptions de la *sous-section 4.3.2.1.* et toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées au *tableau 4.5.* de la *sous-section 4.3.2.1.*, sont protégés contre tout contact accidentel avec les personnes, soit par éloignement, soit par séparation à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement isolants.

Les machines et appareils électriques pouvant présenter un effet de focalisation ou de concentration de la chaleur sont:
- soit éloignés d'une distance telle que les personnes ne puissent être soumises à un effet de concentration dangereuse de la chaleur;
- soit séparés de ces personnes à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement isolants.

Section 4.3.3. Protection contre l'incendie

Sous-section 4.3.3.1. Généralités

Les dispositions visées dans la *section 4.3.3.* s'appliquent à chaque lieu (local ou emplacement) et à chaque installation électrique comme par exemple des installations fixe, temporaire, intérieure, extérieure, mobile ou transportable.

Lors du choix et de l'installation du matériel électrique, des équipements, … dans un lieu, on doit tenir compte du danger d'incendie prévisible afin:
- de ne pas provoquer un incendie en fonctionnement normal;
- de limiter les conséquences de tout défaut pouvant provoquer un incendie;
- de limiter la propagation d'un incendie et la production de fumée.

Pour les installations de sécurité, les mesures de protection complémentaires contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.4.* Pour les installations critiques, les mesures de protection complémentaires éventuelles contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.5.*

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant doit démontrer le choix et l'installation corrects du matériel électrique et des équipements en ce qui concerne la protection contre l'incendie. Les documents qui le démontrent font partie du dossier de l'installation électrique (voir *sections 9.1.1.* et *9.1.2.*) ou ils sont tenus à disposition de toute personne concernée qui peut les consulter. Ces documents sont entre autres les fiches techniques et les notices d'instructions du matériel électrique, les analyses des risques, le document des influences externes, …

Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques

Ouvrage de construction: structure liée au sol qui est faite de matériaux de construction et de composants et/ou qui résulte de travaux de construction. Dans ce contexte, la préparation du sol (plantations, semences, ...) à des fins agricoles n'est pas considérée comme ouvrage de construction.

Bâtiment: tout ouvrage de construction qui constitue un espace couvert accessible aux personnes, entouré totalement ou partiellement de parois.

Ouvrage de génie civil: chaque ouvrage de construction non classé en bâtiment tel que par exemple pont, tunnel, …

Compartiment: partie d'un bâtiment éventuellement divisée en locaux ou partie d'un ouvrage de génie civil, et délimitée par des parois dont la fonction est d'empêcher, pendant une durée déterminée, la propagation d'un incendie au(x) compartiment(s) contigu(s).

Voie d'évacuation: chemin continu et sans obstacle permettant d'atteindre un lieu sûr en utilisant les voies de circulation normales. On entend par lieu sûr: lieu situé à l'extérieur de l'ouvrage de construction ou, le cas échéant, la partie de l'ouvrage de construction située en dehors du compartiment où se développe l'incendie et à partir de laquelle on peut quitter l'ouvrage de construction sans devoir passer par ce compartiment.

Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu

a. Généralités

Le danger d'incendie dans un lieu est défini sur base des trois influences externes suivantes:

- la nature et la quantité des matières traitées et entreposées (BE);
- la combustibilité des matériaux de construction (CA);
- la structure (CB).

On distingue deux niveaux possibles de danger d'incendie dans un lieu:

- le danger d'incendie normal;
- le danger d'incendie accru.

Les lieux avec un danger d'incendie normal sont caractérisés par l'ensemble des trois influences externes suivantes: BE1, CA1 et CB1.

Les lieux avec un danger d'incendie accru sont caractérisés par au moins l'une des influences externes suivantes: BE2 ou BE3 ou CA2 ou CB2.

b. Lieux particuliers

Les installations électriques dans un lieu contenant des biens irremplaçables (musées, collection d'objets d'art, ...) et celles dans un lieu caractérisé par l'influence externe CB3 ou CB4 peuvent être réalisées sur base d'une analyse des risques comme celles dans un lieu avec un danger d'incendie accru.

Les lieux avec un transformateur de puissance ou un générateur ne sont pas nécessairement considérés comme des lieux à danger d'incendie accru; ceci fait partie de la détermination des influences externes (*section 9.1.6.*).

Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles

a. Champ d'application

La classification est d'application pour les conducteurs isolés et les câbles d'énergie.

La classification est aussi d'application pour les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande.

b. Réaction au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une réaction au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux classes reprises dans le *tableau 4.6.* conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Les classes C, C_L, E et E_L mentionnées dans la *section 5.2.7.* sont aussi à considérer conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Ces classes concernent:

- les produits de construction à l'exception des revêtements de sol, des produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie et des câbles électriques (classes C et E);
- les produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie (classes C_L et E_L).

Tableau 4.6. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

Type de conducteur isolé et câble	Classe	Contribution à l'incendie	Classification supplémentaire
Incombustible	A_{ca}	Aucune	
Conducteurs isolés et câbles à performance au feu supérieure	$B1_{ca}$	Minime	Production de fumée : s1 indiqué par s1 ou s1a ou s1b s2 s3 Acidité des fumées : a1 a2 a3
Conducteurs isolés et câbles à performance au feu améliorée	$B2_{ca}$	Très limitée	
	C_{ca}	Limitée	
Conducteurs isolés et câbles standards	D_{ca}	Moyenne	
	E_{ca}	Elevée	
Conducteurs isolés et câbles sans performance au feu	F_{ca}	Très élevée	

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Les conducteurs isolés et les câbles ayant les caractéristiques décrites dans le *tableau 4.7.* peuvent être uniquement placés dans les situations suivantes:

1. installations électriques qui ne sont pas situées dans les bâtiments;
2. installations électriques qui ne sont pas situées dans les ouvrages de génie civil;
3. installations électriques d'un procédé industriel destiné à fabriquer ou à transformer mécaniquement ou chimiquement des matériaux, des biens ou des produits en grande quantité. Les exemples sont: chaîne d'assemblage d'un produit, installation de laminage, installation de raffinage du pétrole et le parc de réservoirs associé, …
   Une installation électrique qui assure le fonctionnement général d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil n'est pas considérée comme une installation électrique d'un procédé industriel. Comme par exemple:
   - installations d'éclairage et prises de courant;
   - installations HVAC;
   - installations d'informatique;
   - installations d'une source d'alimentation autonome (groupe électrogène, installation photovoltaïque, …);
   - installations électriques ou parties d'installations électriques dans une cabine haute tension alimentant les installations d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil;
   - alimentation d'une installation de protection contre l'incendie (détection, alarme, …);
   - alimentation d'une installation de surveillance (caméra, détection intrusion, …);
   - alimentation des appareils de levage (ascenseur, monte-charge, …).
4. les conducteurs isolés ou câbles qui entrent dans un bâtiment ou dans un ouvrage de génie civil si les deux conditions suivantes sont respectées:
   - leur longueur dans le bâtiment ou dans l'ouvrage de génie civil n'excède pas 10 mètres;
   - leur installation se limite au premier compartiment.

Tableau 4.7. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

Caractéristiques		
F	Réaction primaire au feu: qualifie l'aptitude du conducteur isolé ou câble à propager le foyer initial et se divise en deux sous-catégories de sévérité croissante caractérisées comme suit:	
	F1	concerne les conducteurs isolés ou câbles qui, isolément et dans les conditions d'essai, ne propagent pas la flamme et s'éteignent d'eux même à peu de distance du foyer qui les a enflammés.
	F2	concerne les conducteurs isolés ou câbles F1 en faisceaux et en position verticale qui dans les conditions d'essai ne propagent pas la flamme.
S	Réaction secondaire au feu: caractérise les effets secondaires du feu et qualifie les composants non métalliques des conducteurs isolés ou câbles quant à l'opacité des fumées (sous-catégorie SD) et l'acidité des produits de combustion (sous-catégorie SA).	
	SD	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas opaques
	SA	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas corrosifs

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes. Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions et le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions peuvent, par arrêté, prendre des dispositions concernant l'usage de ces conducteurs isolés et câbles.

c. Résistance au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une résistance au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux caractéristiques reprises dans le *tableau 4.8.* et ils peuvent être placés dans tout type de lieu. Pour la classification concernant la réaction au feu, le *tableau 4.7.* est d'application.

Ne doivent pas répondre aux exigences concernant les caractéristiques du *tableau 4.8.*:
- les conducteurs isolés constituant le câble;
- le câblage interne des tableaux de manœuvre et de répartition.

Tableau 4.8. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu

Caractéristiques		
FR	Résistance au feu: caractérise la capacité d'un conducteur isolé ou câble à assurer son fonctionnement malgré le foyer d'incendie. Cette catégorie se divise en deux sous-catégories:	
	FR1	porte sur des essais qui permettent d'apprécier le maintien de la fonction électrique dans des conditions de laboratoire (conducteur isolé ou câble testé seul)
	FR2	porte sur un essai qui permet d'apprécier la durée pendant laquelle le maintien de la fonction électrique est assuré (conducteur isolé ou câble testé avec support et fixation)

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Si toutes les parties constituantes d'un ensemble (système de support, conducteur isolé, câble et fixation) ont chacune la résistance au feu requise pour le maintien de la fonction et si celles-ci sont installées conformément aux prescriptions des fabricants, alors l'ensemble est considéré comme ayant une caractéristique équivalente à FR2.

Tout conducteur isolé ou câble ajouté au système de support d'un ensemble ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 doit avoir la caractéristique FR2 ou FR1.

Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie

a. Le matériel électrique

Le choix et l'utilisation du matériel électrique doivent répondre aux prescriptions de la *sous-section 5.1.1.2.* et de la *section 5.2.7.*

Le matériel électrique installé sur des matériaux combustibles est:
- soit pourvu d'une enveloppe en matériau non combustible, ignifugé ou auto-extinguible;
- soit complètement séparé de ces matériaux combustibles par des éléments en matériaux non combustibles, ignifugés, ou auto-extinguibles.

Le matériel électrique présentant un effet de concentration ou focalisation de la chaleur est:
- soit installé sur ou à l'intérieur de matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique;
- soit éloigné de tous les objets ou parties d'un ouvrage de construction d'une distance suffisante telle que ceux-ci ne puissent être soumis à un effet de concentration ou de focalisation dangereuse de la chaleur;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction par des matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique.

Si le matériel électrique est, soit en fonctionnement normal, soit en cas d'avarie ou de fausse manœuvre, susceptible de projeter des étincelles ou des flammes, il est:
- soit installé à une distance suffisante de tous les objets ou de toutes parties d'un ouvrage de construction qu'il pourrait endommager;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction à l'aide d'un écran thermiquement isolant, construit en matériaux non combustibles, ignifugés, auto-extinguibles ou matériaux résistants aux arcs;
- soit complétement enfermé dans des matériaux résistant aux arcs.

b. Conducteurs isolés et câbles

Les conducteurs isolés et les câbles d'énergie sont au moins conformes aux prescriptions de la *section 5.2.7.*

Les câbles des installations enfichables (systèmes de coupleurs d'installation pour connexions permanentes) et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande doivent répondre aux prescriptions de la *section 5.2.7.*

Les conducteurs isolés et les câbles visés aux 1er et 2ème alinéas sont conformes à la caractéristique ou classe de la *sous-section 5.2.7.3.*:
- pour les lieux BE3, et
- pour les modes de pose suivants: vide de construction et moulures, plinthes ou chambranles constitués de matériaux combustibles.

c. Courant de fuite ou de défaut dangereux

Des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut. Ces mesures sont coordonnées avec celles prises dans le cadre de la protection contre les chocs électriques ou lors de la protection contre les surintensités.

Dans les installations domestiques et dans les installations non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), le schéma TN-C est interdit.

Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru

a. Généralités

Dans les lieux BE2 et BE3, les installations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'exploitation de ces lieux.

Dans les lieux BE2, les conducteurs isolés et les câbles visés au 1er alinéa du *point c.* de la *sous-section 4.3.3.6.* peuvent être aussi installés.

Dans les lieux caractérisés par l'influence externe BE3, les prescriptions du *chapitre 7.102.* sont d'application.

b. Le matériel électrique

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, interdire l'utilisation de certains matériels électriques dans les lieux présentant un danger d'incendie accru.

Dans les emplacements de stockage et de traitement de matières combustibles et de liquides inflammables avec un point d'éclair supérieur à 55 °C (BE2):
- le matériel électrique est construit de manière telle que la température de ses parties accessibles ne puisse pas provoquer l'inflammation des matières combustibles et des liquides inflammables se trouvant à proximité;
- le matériel électrique est approprié à ces lieux, en particulier leurs enveloppes. En cas de présence de poussières (AE4), les enveloppes ont au moins un indice de protection IP5X et pour les appareils

d'éclairage celui-ci est au moins IP6X;
- les moteurs commandés automatiquement ou à distance, ou non surveillés en permanence, doivent être protégés contre les températures excessives par des dispositifs de protection contre les surcharges avec réarmement manuel ou par des dispositifs analogues. Le réarmement automatique est autorisé selon les prescriptions de la *sous-section 5.3.3.5.* (dispositifs à refermeture automatique pour dispositifs de protection). Les moteurs à démarrage étoile-triangle, sans commutation automatique d'étoile à triangle, doivent être aussi protégés contre les températures excessives dans le couplage étoile;
- lors de l'utilisation de système de chauffage électrique ou de ventilation, la présence de poussière et la température de l'air doivent être telles qu'un danger d'incendie ne puisse se présenter. Les dispositifs de limitation de température doivent être à ré-enclenchement manuel. Les appareils de chauffage électrique doivent être placés sur des matériaux incombustibles et ceux situés à proximité de matières combustibles et de liquides inflammables doivent être fournis avec des barrières appropriées empêchant l'inflammation de ces matières et liquides. Les chauffages à accumulation doivent être installés d'une manière telle que le transport de la poussière et/ou des fibres vers la résistance chauffante soit empêché.

c. Les conducteurs et les câbles dans les lieux BE2

Les conducteurs isolés et câbles qui traversent de tels lieux, mais qui ne sont pas destinées à l'alimentation de ces lieux ne peuvent comporter aucune dérivation ou connexion à moins que ces dérivations ou connexions ne se trouvent dans une enveloppe présentant une résistance au feu de minimum une ½ heure. Ces conducteurs isolés et câbles doivent être protégées contre les surcharges et contre les courts-circuits par des dispositifs de protection se trouvant en amont et en dehors du lieu concerné.

Les conducteurs nus ne peuvent être installés que dans des tableaux de manœuvre et de répartition.

d. Courant de fuite ou de défaut dangereux

Le schéma TN-C est interdit dans les lieux caractérisés par les influences externes BE2 et/ou BE3 et/ou CA2.

Dans les lieux caractérisés par les influences externes BE2 et/ou CA2, il est admis que le tableau principal de manœuvre et de répartition dans ces lieux soit alimenté en schéma TN-C.

Dans les lieux caractérisés par les influences externes BE2 et/ou BE3 et/ou CA2, les circuits basse tension sont protégés par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel dont le courant différentiel est inférieur ou égal à 300 mA. Le temps maximal de retard du différentiel autorisé est indiqué dans le *tableau 4.9.*

Tableau 4.9. Temps maximal de retard du différentiel

Influence externe du lieu	Temps maximal de retard du différentiel autorisé
BE2 ou/et CA2	temps de retard calculé comme si le différentiel était utilisé comme seule protection active contre les contacts indirects
BE3	non retardé

En schéma IT, lorsque la coupure automatique constitue un risque plus élevé du point de vue de la sécurité que le risque dû à la présence de courants de défaut ou de courant de défauts à la masse, un contrôleur d'isolement est prévu et raccordé à un système adéquat de signalisation. Des mesures organisationnelles sont prises pour remédier immédiatement à l'état dangereux signalé.

En schéma TN-S, il est toléré de ne pas mettre de dispositif de protection à courant différentiel résiduel pour les circuits basse tension pour autant:
- qu'une liaison équipotentielle supplémentaire soit installée avec dans ce cas-ci une section minimale de 10 mm^2; et
- que les points de raccordement de la liaison équipotentielle supplémentaire à une masse soient visibles de l'extérieur.

Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie

a. Production de fumée en cas d'incendie

L'utilisation de conducteurs isolés et de câbles d'énergie ayant les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 est exigée pour les lieux visés dans le *tableau 4.10.*

Les câbles des installations enfichables (systèmes de coupleurs d'installation pour connexions permanentes) et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande doivent aussi répondre à cette prescription.

Cette exigence n'est pas d'application:

1. pour les conducteurs isolés et les câbles installés avec les modes de pose suivants:
   - les conducteurs isolés sous conduit encastrés à une profondeur minimale de 3 cm dans un revêtement non-combustible;
   - les câbles avec ou sans conduit encastrés à une profondeur minimale de 3 cm dans un revêtement non-combustible;
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités:
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*
     - *des câbles souterrains, ou*
     - *des câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible, ou*
     - *des conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible,*

     montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m. Cette exception des extrémités n'est toutefois pas admise:
     - *pour les conducteurs isolés et les câbles pour le raccordement à un réseau de distribution basse tension montés à l'air libre ou en montage apparent;*
     - *pour les câbles dérivés avec ou sans conduit, montés à l'air libre ou en montage apparent;*
     - *pour les conducteurs isolés dérivés sous conduits, montés à l'air libre ou en montage apparent.*
2. pour les conducteurs isolés installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (conducteurs isolés et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
3. pour les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (câbles et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
4. pour le câblage interne des tableaux de répartition et de manœuvre;
5. pour les conducteurs isolés constituant le câble;
6. pour les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou d'un appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une déclaration de conformité UE.

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 doivent être installés conformément aux exceptions des *points 1., 2.* et *3.* mentionnées dans l'alinéa précédent.

Tableau 4.10. Lieux visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa

Lieux
Voies d'évacuation dans les ouvrages de construction (par exemple cages d'escalier et couloirs) à l'exception de celles situées à l'intérieur des unités d'habitation
Locaux recevant du public pouvant accueillir au minimum 50 personnes (salles pour séminaires, halls sportifs, salles de spectacle …)
Tunnels considérés comme ouvrages d'art

L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base d'une analyse des risques ou d'exigences légales si d'autres lieux non visés par le *tableau 4.10.* et dont l'évacuation de ces lieux peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie doivent respecter la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*

L'exploitant ou son délégué établit la liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile visés par la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*, en spécifiant la référence pour chaque lieu (analyse des risques ou exigence légale ou *tableau 4.10.*). La liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile et l'analyse des risques sont tenues à la disposition de l'organisme agrée et du fonctionnaire chargé de la surveillance.

Lors d'un contrôle de conformité avant mise en usage ou d'une visite de contrôle d'une installation, le plan d'évacuation sur lequel figurent les voies d'évacuation est présenté à l'organisme agréé chargé du contrôle ou de la visite.

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câble et les boîtes de dérivation installés dans les lieux visés dans la liste précitée et qui ne sont pas encastrés doivent être sans halogène ou présentent un niveau de sécurité équivalent.

b. Lieux avec matériel électrique contenant un diélectrique liquide combustible

Lorsque, dans un même local, la capacité totale de diélectrique liquide avec un point d'éclair inférieur à 300°C :
- soit dépasse 25 l dans un appareil ou une machine électrique,
- soit dépasse 50 l pour l'ensemble des appareils et machines électriques,

les prescriptions suivantes sont d'application:
- des mesures constructives sont prises pour éviter en cas de fuites une dispersion des diélectriques liquides combustibles. Pour ceci, aucun matériau combustible ne peut être utilisé;
- les éléments de séparation (murs, sols, plafonds, portes, ouvertures de ventilation, …) entre ce local et les locaux adjacents présentent une résistance au feu d'au moins 1 heure, conformément aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, fixer des dispositions particulières concernant ces lieux.

c. Lieux avec batterie contenant un électrolyte inflammable

Les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières concernant ces lieux.

Les prescriptions spécifiques du *chapitre 7.103.* (batteries d'accumulateurs industriels) sont aussi d'application.

Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Des dispositions spécifiques s'appliquent aux installations électriques dans les emplacements à risques d'explosion (voir *chapitre 7.102.*).

Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités

Section 4.4.1. Généralités

Sous-section 4.4.1.1. Principe

La protection électrique contre les surintensités est destinée à éviter que le matériel électrique ne soit parcouru par des courants qui lui sont nuisibles ainsi qu'à son environnement.

Cette protection est réalisée au moyen d'un ou plusieurs dispositifs qui interrompent le courant avant que ne se soit produit un échauffement dangereux pour l'isolation, les connexions, les canalisations électriques et leur environnement.

Sous-section 4.4.1.2. Surintensités

Les surintensités qui peuvent parcourir les conducteurs d'un circuit sont de trois sortes, à savoir:

1. les courants de surcharges dus à une augmentation de la puissance absorbée par les appareils d'utilisation au-delà de la capacité normale de la canalisation électrique, par exemple:
   - à la suite du calage de l'appareil d'utilisation dû à une surcharge mécanique;
   - à la suite d'adjonction d'appareils d'utilisation supplémentaires sans accroissement de la section des conducteurs;

- à la suite du remplacement d'appareils d'utilisation par des appareils plus puissants sans adaptation adéquate de la canalisation électrique;

2. les courants de court-circuit impédant du matériel électrique; ces défauts provoquant des courants à allure de surcharge proviennent du passage du courant au travers de l'isolation devenue défectueuse;
3. les courants de court-circuit.

Les surintensités provoquées par l'inadaptation des canalisations électriques aux conditions d'exploitation sont éliminées par le renforcement de la capacité des canalisations électriques d'alimentation.

Sous-section 4.4.1.3. Dispositif de protection commun

Un dispositif unique peut être installé pour la protection contre les surcharges et la protection contre les courts-circuits, pour autant que des caractéristiques combinent les fonctions imposées aux *sous-sections 4.4.2.1.* et *4.4.3.2.*

Sous-section 4.4.1.4. Dispositifs de protection placés en série

Si la protection contre les surcharges et la protection contre les courts-circuits sont assurées par des dispositifs distincts, leurs caractéristiques sont coordonnées de manière telle que l'énergie que laisse passer le dispositif de protection contre les courts-circuits ne soit pas supérieure à celle que peut supporter sans dommage le dispositif de protection contre les surcharges ainsi que la canalisation électrique protégée.

L'utilisation d'un dispositif de protection possédant un pouvoir de coupure inférieur au courant de court-circuit présumé, au point où il est installé, est admise mais ne dispense pas d'installer en amont un autre dispositif ayant au moins le pouvoir de coupure nécessaire. Dans ce cas, les caractéristiques du dispositif placé en amont sont telles que l'énergie qu'il laisse passer, n'est pas supérieure à celle que peuvent supporter sans dommage le dispositif placé en aval et les canalisations électriques protégées par ces dispositifs.

Lorsque plusieurs dispositifs de protection sont placés en série, ils peuvent être coordonnés de façon qu'en cas de court-circuit en aval, le dispositif de protection amont agisse pour limiter l'énergie traversant les dispositifs situés en aval à une valeur inférieure à celle que peuvent supporter les dispositifs avals et les canalisations électriques protégées par ces dispositifs en accord avec le *point b.* de la *sous-section 4.4.2.2.*

Lorsque le dispositif de protection en aval est un disjoncteur et le dispositif de protection amont est un fusible ou un disjoncteur, cette technique permet au disjoncteur aval d'avoir un pouvoir de coupure ultime renforcé.

Lorsque les dispositifs de protection en série sont des disjoncteurs, la protection d'accompagnement est appelée filiation.

Pour déterminer les caractéristiques de la filiation, il est nécessaire de demander les tableaux de filiation des dispositifs de protection établis conformément aux normes produit sur les disjoncteurs.

Sous-section 4.4.1.5. Courant admissible dans les canalisations électriques

Le courant admissible I_Z d'une canalisation électrique est fonction:

- de la section des conducteurs;
- de l'isolation des conducteurs;
- de la constitution de la canalisation électrique;
- du mode de pose et de l'environnement des canalisations électriques;
- de la température ambiante.

Sa valeur est telle que l'échauffement par effet Joule des conducteurs ne porte pas l'isolation à une température supérieure à celle que peut supporter indéfiniment l'isolation sans compromettre ses qualités.

Elle est calculée conformément aux règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.

Pour les installations domestiques, l'intensité nominale maximale des coupe-circuit à fusibles ou la taille du disjoncteur qui protègent une canalisation électrique est donnée au *tableau 4.11.*, en fonction de la section des conducteurs:

Tableau 4.11. Calibre du dispositif de protection en fonction de la section des conducteurs

Section du conducteur (mm²)	Intensité nominale maximale du coupe-circuit à fusible	Intensité nominale maximale du disjoncteur
1,5	10A	16A
2,5	16A	20A
4	20A	25A
6	32A	40A
10	50A	63A
16	63A	80A
25	80A	100A
35	100A	125A

Sous-section 4.4.1.6. Branchements des utilisateurs de réseau

Les branchements des utilisateurs de réseau sont réalisés selon les règles de l'art.

Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension

Sous-section 4.4.2.1. Dispositif de protection contre les courts-circuits

Les dispositifs assurant la protection contre les courts-circuits répondent aux deux conditions suivantes:

1. leur pouvoir de coupure est au moins égal au courant de court-circuit présumé, ainsi que défini par les règles de l'art, au point où ce dispositif est installé;
2. le temps de fonctionnement des dispositifs, c'est-à-dire de coupure de courant résultant d'un court-circuit franc se produisant en un point quelconque du circuit, n'est pas supérieur au temps nécessaire pour élever la température des conducteurs à la limite admissible; pour les courts-circuits d'une durée au plus égale à 5 secondes, la durée nécessaire pour qu'un courant de court-circuit élève la température des conducteurs à la limite admissible peut être déduite de la formule suivante:

$$\sqrt{t} = \mathrm{k} \cdot \frac{S}{I}$$

dans laquelle:

t: le temps en secondes
S: la section, en mm², des conducteurs;
I: l'intensité, en A, du courant de court-circuit franc;
k: une constante dont la valeur dépend de la nature du métal du conducteur et de son isolation; les différentes valeurs de k sont fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 4.4.2.2. Emplacement des dispositifs de protection

a. Principe

Un dispositif de protection contre les courts-circuits est placé à l'origine de tout circuit constitué de canalisations électriques ayant des caractéristiques équivalentes.

Il est toutefois permis de ne pas installer un dispositif de protection contre les courts-circuits à l'origine d'un circuit à condition de vérifier que le dispositif de protection placé en amont puisse encore assurer sa fonction.

b. Dispense

Par dérogation au *point a.* ci-avant, le dispositif de protection peut être placé sur la canalisation électrique jusqu'à une distance de 3 m au maximum de l'origine du circuit à la condition que:

– la portion de canalisation électrique située entre l'origine et le dispositif de protection ne comporte aucun dispositif susceptible d'être la cause d'échauffements particuliers comme, par exemple, des connexions, des dérivations, des réductions de section, de l'appareillage;

- la dite portion de canalisation électrique ne soit pas placée à proximité de matériaux combustibles.

Il est admis de se dispenser de toute protection contre les courts-circuits, outre les cas mentionnés à la *sous-section 5.2.4.2.*, lorsqu'une canalisation électrique est de courte longueur et réalisée de telle manière que:
- tout risque de court-circuit soit réduit au minimum;
- elle soit écartée de toute matière combustible.

Cette dispense vise les cas ci-après:
- les canalisations électriques raccordant les machines génératrices, les transformateurs, les redresseurs, les batteries d'accumulateurs à leurs tableaux de commande respectifs, les dispositifs de protection étant placés sur ces tableaux;
- les circuits de mesure, sauf les circuits voltmétriques d'un tableau contenant lui-même les jeux de barre.

c. Longueur protégée des canalisations électriques

Les longueurs maxima des canalisations électriques protégées sont déterminées conformément aux règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des règles à suivre en cette matière.

Section 4.4.3. Protection contre les surcharges en basse et très basse tension

Sous-section 4.4.3.1. Principe

Un dispositif assurant la protection contre les surcharges est placé en principe à l'endroit où un changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution entraîne une réduction de la valeur du courant admissible dans les conducteurs.

Sous-section 4.4.3.2. Dispositif de protection contre les surcharges

Les dispositifs assurant la protection contre les surcharges, répondent aux deux conditions suivantes:
1. leur courant nominal I_n doit être égal ou supérieur au courant d'emploi I_B du circuit et inférieur au courant admissible I_Z dans la canalisation électrique qu'ils protègent;

2.a leur courant conventionnel de fonctionnement I_f, c'est-à-dire celui qui traverse le dispositif et provoque son déclenchement, est inférieur ou égal à 1,45 fois le courant admissible I_Z;

2.b. leur courant conventionnel de non-fonctionnement I_{nf}, c'est-à-dire celui qui traverse le dispositif sans provoquer son déclenchement, est inférieur ou égal à 1,15 fois le courant admissible I_Z.

En pratique, I_f est égal au courant de fonctionnement dans le temps conventionnel pour les disjoncteurs, au courant de fusion dans le temps conventionnel pour les fusibles du type gL.

Sous-section 4.4.3.3. Dispenses

Le dispositif protégeant une canalisation électrique contre les surcharges peut toutefois être placé sur le parcours de cette canalisation électrique si la partie de canalisation électrique comprise entre le changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution d'une part, et le dispositif de protection d'autre part, répond aux conditions suivantes:
- la partie de canalisation électrique ne comporte ni dérivation, ni prise de courant;
- si la longueur est au plus égale à 3 mètres, elle est réalisée de manière à réduire au minimum le risque d'un court-circuit et elle n'est pas placée à proximité de matières combustibles; si la longueur est supérieure à 3 mètres, elle est protégée contre les courts-circuits.

A l'exception des installations situées dans les locaux ou emplacements avec les influences externes BE2 ou BE3 ou CA2, il est admis de se dispenser de toute protection contre les surcharges, outre les cas mentionnés à la *sous-section 5.2.4.2.*, dans les cas suivants de canalisations électriques alimentées par un réseau de schéma TT ou TN:
- une canalisation électrique située en aval d'un changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution est effectivement protégée contre les surcharges par un dispositif situé en amont;
- la canalisation électrique n'est pas susceptible d'être parcourue par un courant de surcharge, elle ne comporte ni dérivation, ni prise de courant et elle est protégée contre les courts-circuits.

Il est également admis de se dispenser de toute protection contre les surcharges s'il s'agit:
- d'une canalisation électrique alimentant une machine ou appareil d'utilisation électrique comportant un dispositif de protection incorporé contre les surcharges, sous réserve qu'il soit approprié à la canalisation électrique;
- d'une canalisation électrique alimentant une machine ou un appareil d'utilisation électrique

raccordé à demeure, non susceptible de produire des surcharges et non protégé contre les surcharges, dont le courant d'emploi n'est pas supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique comme c'est le cas pour certains appareils de chauffage ou des moteurs où le courant à rotor calé n'est pas supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique;
- d'une canalisation électrique alimentant plusieurs dérivations protégées individuellement contre les surcharges, sous réserve que la somme des courants nominaux ou de réglage des dispositifs de protection des dérivations soit inférieure au courant nominal ou de réglage du dispositif qui protègerait contre les surcharges la canalisation électrique considérée;
- d'une canalisation électrique alimentée par une source dont le courant maximal ne peut pas être supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique ;
- d'une canalisation électrique alimentant des appareils d'éclairage, si l'ensemble est exploité par un service d'entretien électrique et si la section de la canalisation électrique est déterminée en fonction de la puissance totale maximale des lampes et des dispositifs auxiliaires que les luminaires peuvent contenir.

Si les canalisations électriques sont alimentées par un réseau de schéma IT, cette dispense est subordonnée à la condition soit que le circuit correspondant ne puisse être le siège d'un défaut par l'utilisation de matériel de classe II ou de sécurité équivalente à celle du matériel de classe II ou par la réalisation de l'installation suivant la mesure de protection «isolation supplémentaire lors de l'installation» (voir *section 2.4.2.*), soit que le circuit soit effectivement protégé par un dispositif de protection à courant différentiel.

Sous-section 4.4.3.4. Canalisations électriques raccordées en parallèle

Si plusieurs canalisations électriques sont raccordées en parallèle pour former un circuit élémentaire, un dispositif unique de protection peut être utilisé à condition que toutes les canalisations électriques aient les mêmes caractéristiques (nature, mode de pose, longueur, section) et ne comportent aucune dérivation sur leur parcours; la valeur du courant admissible à prendre en considération lors du choix de ce dispositif est la somme des courants admissibles de chaque canalisation électrique.

Section 4.4.4. Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension

Sous-section 4.4.4.1. Coupure du conducteur affecté

La détection de surintensité est prévue sur tous les conducteurs de phase; elle provoque la coupure du conducteur dans lequel la surintensité est détectée mais ne provoque pas nécessairement la coupure des autres conducteurs actifs.

Si la coupure d'une seule phase peut entraîner un danger, par exemple dans le cas de moteurs triphasés, des dispositions appropriées sont prises.

Sous-section 4.4.4.2. Protection des circuits monophasés

Dans les circuits monophasés des installations électriques des lieux domestiques, la protection est réalisée sur les deux conducteurs actifs sauf si à ce niveau existe un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel qui contient en même temps la protection contre les surintensités d'un des conducteurs et assure la coupure des deux conducteurs actifs, ce dispositif ayant le pouvoir de coupure requis sur chaque pôle.

Sous-section 4.4.4.3. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre non distribué

Dans les installations alimentées par un réseau TT ou TN dans lesquelles le conducteur neutre n'est pas distribué, la détection de surintensité peut ne pas être prévue sur l'un des conducteurs de phase, sous réserve que les conditions suivantes soient simultanément remplies:
- il existe, en amont ou au même niveau, une protection différentielle devant provoquer la coupure de tous les conducteurs de phase;
- il n'est pas distribué de conducteurs à partir d'un point neutre artificiel sur les circuits situés en aval du dispositif de protection visé au tiret ci-dessus.

Sous-section 4.4.4.4. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre distribué

La protection du conducteur neutre se fait d'après les conditions suivantes:
- lorsque la section de ce conducteur neutre est au moins égale ou équivalente à celle des conducteurs de phase, il n'est pas nécessaire de prévoir une détection de surintensité ni un

dispositif de coupure sur le conducteur neutre;
- lorsque la section du conducteur neutre est inférieure ou n'est pas au moins équivalente à celle des conducteurs de phase, il est nécessaire de prévoir une détection de surintensité sur le conducteur neutre, appropriée à la section de ce conducteur: cette détection entraîne la coupure des conducteurs de phase mais pas nécessairement celle du conducteur neutre; toutefois, dans ce cas, il est admis de ne pas prévoir de détection de surintensité sur le conducteur neutre si les deux conditions suivantes sont simultanément remplies:
  - le conducteur neutre est protégé contre les courts-circuits par le dispositif de protection des conducteurs de phase du circuit;
  - le courant maximal susceptible de parcourir le conducteur neutre est, en service normal, inférieur à la valeur du courant admissible dans ce conducteur.

Sous-section 4.4.4.5. Schéma IT avec conducteur neutre distribué

Dans les installations alimentées par un réseau IT, le conducteur neutre n'est en principe pas distribué. Si toutefois, pour des raisons d'exploitation, il est nécessaire de distribuer le conducteur neutre, une détection de surintensité est prévue sur le conducteur neutre de tout circuit, cette détection devant entraîner la coupure de tous les conducteurs actifs du circuit correspondant, y compris le conducteur neutre.

Cette disposition n'est pas nécessaire:
- soit si le circuit considéré est protégé par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel dont le courant différentiel-résiduel est inférieur ou égal à 0,15 fois le courant admissible dans le conducteur neutre correspondant, ce dispositif devant couper tous les conducteurs actifs du circuit correspondant, y compris le conducteur neutre;
- soit si le conducteur neutre est protégé en amont contre les courts-circuits.

Sous-section 4.4.4.6. Conducteur PEN

Si le conducteur neutre sert en même temps de conducteur de protection, sa coupure est interdite.

Sous-section 4.4.4.7. Ordre de coupure des conducteurs de phase et du neutre

Lorsque la coupure du conducteur neutre est prescrite, la coupure et la fermeture du conducteur sont telles que le conducteur neutre soit coupé en même temps ou après les conducteurs de phases et qu'il soit fermé en même temps ou avant les conducteurs de phases.

Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions

Section 4.5.1. Principe

Les personnes et les biens sont protégés d'après les règles de l'art en la matière contre les conséquences nuisibles:
- d'un défaut pouvant intervenir entre les parties actives de circuits de tensions différentes;
- de surtensions dues à d'autres causes comme par exemple des phénomènes atmosphériques ou d'éventuelles surtensions de manœuvre.

Les dispositifs de protection contre les surtensions sont réalisés et installés de manière que leur fonctionnement ne crée aucun danger pour les personnes et les biens.

Section 4.5.2. Précautions d'installation

L'installation électrique en basse tension et en très basse tension est établie de manière que la contrainte diélectrique à laquelle elle est susceptible d'être normalement soumise soit limitée en vue d'éviter des courants de défaut.

Section 4.5.3. Limiteurs de surtensions en schéma IT

Dans les installations IT, un dispositif limiteur de surtension est, si nécessaire, connecté à l'origine de l'installation entre la prise de terre de l'installation et soit le neutre, soit un conducteur de phase.

Section 4.5.4. Conduits communs aux conducteurs d'énergie et de télécommunication

Il est interdit de placer côte à côte, sans interposition d'un écran, des conducteurs d'énergie et des conducteurs de télécommunication, sauf si les uns et les autres sont constitués de câbles. Cette exigence ne s'applique pas aux conducteurs de télécommunication lorsqu'ils relient le matériel

électrique situé dans les lieux de service électrique ou dans des lieux ordinaires non accessibles au public.

Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets

Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension

Des dispositions sont prises pour qu'une baisse de tension importante ou sa disparition et son rétablissement ne puissent créer un danger pour les personnes et les biens.

Des dispositifs de protection contre les effets des baisses ou de la disparition de la tension sont nécessaires dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs de sécurité et ils sont éventuellement nécessaires (lors de l'utilisation d'une source de remplacement en cas de perte de la source normale) dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs critiques., … Ces dispositifs assurent, le cas échéant, la mise en service des sources de sécurité ou des sources de remplacement et l'alimentation des machines et appareils électriques correspondants lorsque la tension tombe à une valeur inférieure à la limite de leur fonctionnement correct.

Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques

S'il apparaît que des effets biologiques néfastes sont provoqués sur l'organisme de l'homme par les champs électriques et magnétiques, les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures de sécurité à prendre.

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut fixer par arrêté:
- les dispositions à prendre pour limiter les effets directs ou indirects des champs électrique et magnétique générés par les lignes de transport et de distribution d'énergie électrique sur l'organisme de l'homme et des animaux domestiques, ainsi que sur les équipements et appareils électriques et/ou électroniques;
- les méthodes de mesure des champs électrique et magnétique;
- les conditions auxquelles doivent répondre les appareils électrique et magnétique, ainsi que leurs procédures d'étalonnage;
- les conditions auxquelles doivent répondre les logiciels utilisés dans le calcul préalable des valeurs des champs électrique et magnétique, ainsi que la procédure à suivre pour leur agrément.

Les pièces métalliques qui, du fait de leur présence dans un champ électrique généré par une installation de transport ou de distribution de l'énergie électrique, sont portées à un potentiel donnant, en régime permanent, un courant de contact d'au moins 1 mA, doivent être mises à la terre.

Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination

Les précautions sont prises, si nécessaire, pour éviter qu'en cas de défaut, les produits traités ne soient contaminés par le matériel électrique, par exemple à l'occasion d'un bris de lampes.

Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements

Quand il s'agit de constructions fragiles ou pouvant être soumises à des dégradations dues à des mouvements, les installations électriques ou parties d'installations électriques sont d'un type susceptible d'absorber les déformations sans se dégrader.

Partie 5. Choix et mise en œuvre du matériel

CHAPITRE 5.1. RÈGLES COMMUNES À TOUS LES MATÉRIELS 113
Section 5.1.1. Généralités 113
Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité 113
Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie 113
Section 5.1.2. Domaine d'application 114
Section 5.1.3. Conformité aux normes 114
Sous-section 5.1.3.1. Généralités 114
Sous-section 5.1.3.2. Exception 114
Sous-section 5.1.3.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel 114
Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes 114
Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique 115
Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques 115
Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques 115
Section 5.1.6. Repérage 115
Sous-section 5.1.6.1. Repérage du matériel électrique 115
Sous-section 5.1.6.2. Code de couleurs des conducteurs isolés 115
CHAPITRE 5.2. RÈGLES COMPLÉMENTAIRES POUR LES CANALISATIONS 115
Section 5.2.1. Généralités 115
Sous-section 5.2.1.1. Code d'identification des canalisations électriques 115
Sous-section 5.2.1.2. Choix des canalisations électriques 115
Sous-section 5.2.1.3. Pose des conducteurs 116
Sous-section 5.2.1.4. Isolation des conducteurs 117
Sous-section 5.2.1.5. Résistance mécanique - traversées 117
Section 5.2.2. Modes de pose 117
Sous-section 5.2.2.1. Basse tension 117
Sous-section 5.2.2.2. Très basse tension 123
Sous-section 5.2.2.3. Très basse tension de sécurité 123
Sous-section 5.2.2.4. Modes de pose complémentaires 123
Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes 123
Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA) 123
Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 123
Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 123
Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) . 124
Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 124
Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL) 124
Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 124
Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC) 124
Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB) 124
Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs 125
Sous-section 5.2.4.1. Généralités 125
Sous-section 5.2.4.2. Domaine d'application 125

Sous-section 5.2.4.3. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes 125
Section 5.2.5. Chute de tension 126
Section 5.2.6. Connexions 126
Sous-section 5.2.6.1. Généralités 126
Sous-section 5.2.6.2. Connexion des appareils aux installations 126
Section 5.2.7. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu 127
Sous-section 5.2.7.1. Généralités 127
Sous-section 5.2.7.2. Conducteurs isolés et câbles installés séparément 128
Sous-section 5.2.7.3. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe 128
Sous-section 5.2.7.4. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires 128
Section 5.2.8. Voisinage avec d'autres canalisations 129
Section 5.2.9. Règles particulières aux différents modes de pose 129
Sous-section 5.2.9.1. Lignes aériennes 129
Sous-section 5.2.9.2. Canalisations électriques souterraines 129
Sous-section 5.2.9.3. Pose sous conduits 131
Sous-section 5.2.9.4. Pose sous moulures, plinthes et chambranles 132
Sous-section 5.2.9.5. Pose à l'air libre et pose en montage apparent 133
Sous-section 5.2.9.6. Goulottes et gouttières 133
Sous-section 5.2.9.7. Gaines 133
Sous-section 5.2.9.8. Caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable et gaines de sol 133
Sous-section 5.2.9.9. Vides de construction 133
Sous-section 5.2.9.10. Pose en encastrement sans conduit 133
Sous-section 5.2.9.11. Canalisations préfabriquées 135
Sous-section 5.2.9.12. Montage en fils parallèles sur isolateurs 135
Sous-section 5.2.9.13. Canalisations et panneaux chauffants 136
Sous-section 5.2.9.14. Règles spécifiques pour les installations extérieures 139
Sous-section 5.2.9.15. Règles spécifiques pour les installations à très basse tension (TBT) 139
CHAPITRE 5.3. APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE (PROTECTION, COMMANDE, SECTIONNEMENT ET SURVEILLANCE) 140
Section 5.3.1. Généralités 140
Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes 140
Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA) 140
Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 140
Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 141
Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 141
Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) . 141
Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 141
Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 142
Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 142
Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA) 142
Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB) 142
Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 143
Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE) 143

Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA) 143
Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB)..... 143
Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure 143
Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité 143
Sous-section 5.3.3.2. Commande fonctionnelle 146
Sous-section 5.3.3.3. Fonctions simultanées 147
Sous-section 5.3.3.4. Prescriptions applicables aux prises de courant 147
Sous-section 5.3.3.5. Dispositifs à refermeture automatique pour disjoncteurs et dispositifs de protection à courant différentiel 147
Section 5.3.4. Appareils d'utilisation 148
Sous-section 5.3.4.1. Appareils électrodomestiques 148
Sous-section 5.3.4.2. Appareils d'éclairage 148
Sous-section 5.3.4.3. Appareils de chauffage 152
Sous-section 5.3.4.4. Appareils de cuisson et fours 152
Sous-section 5.3.4.5. Jouets électriques 153
Sous-section 5.3.4.6. Dispositifs enrouleurs 153
Sous-section 5.3.4.7. Prolongateurs 153
Sous-section 5.3.4.8. Outils portatifs à moteur 153
Section 5.3.5. Matériel d'installation 153
Sous-section 5.3.5.1. Tableaux de répartition et de manœuvre 153
Sous-section 5.3.5.2. Prises de courant et éclairage 154
Sous-section 5.3.5.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel 154
Sous-section 5.3.5.4. Interrupteurs et autres appareils de manœuvre 156
Sous-section 5.3.5.5. Coupe-circuit à fusible et disjoncteurs 157
Section 5.3.6. Ensemble d'appareillage 160
Sous-section 5.3.6.1. Domaine d'application 160
Sous-section 5.3.6.2. Prescriptions générales 160
Sous-section 5.3.6.3. Dispositifs de commande et de répartition 160
Section 5.3.7. Circuits de mesure 160
Sous-section 5.3.7.1. Généralités 160
Sous-section 5.3.7.2. Circuits de mesure de courant 160
CHAPITRE 5.4. MISES À LA TERRE, CONDUCTEURS DE PROTECTION ET LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES 161
Section 5.4.1. Généralités 161
Section 5.4.2. Installations de mise à la terre 161
Sous-section 5.4.2.1. Prise de terre 161
Sous-section 5.4.2.2. Conducteur de terre 165
Section 5.4.3. Conducteurs de protection 165
Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs 165
Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs 166
Sous-section 5.4.3.3. Repérage des conducteurs 167
Sous-section 5.4.3.4. Installation des conducteurs 167
Sous-section 5.4.3.5. Continuité électrique 167
Sous-section 5.4.3.6. Connexion des conducteurs au matériel électrique 167
Section 5.4.4. Liaisons équipotentielles 168
Sous-section 5.4.4.1. Liaisons équipotentielles principales 168
Sous-section 5.4.4.2. Liaisons équipotentielles supplémentaires 168
CHAPITRE 5.5. INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ 169
Section 5.5.1. Généralités 169
Section 5.5.2. Objectifs 169
Section 5.5.3. Détermination des installations de sécurité 170

Section 5.5.4. Détermination du temps de maintien de la fonction des consommateurs de sécurité 170
Section 5.5.5. Mesures à prendre en cas de perte de la source normale 170
Sous-section 5.5.5.1. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée . 170
Sous-section 5.5.5.2. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée 170
Section 5.5.6. Mesures à prendre en cas d'incendie 171
Sous-section 5.5.6.1. Généralités 171
Sous-section 5.5.6.2. Source de sécurité non-intégrée 172
Sous-section 5.5.6.3. Tableaux de répartition et de manœuvre des circuits de sécurité (appelés tableau de sécurité dans ce Livre) 172
Sous-section 5.5.6.4. Canalisations électriques des circuits de sécurité 172
Section 5.5.7. Mesures à prendre en cas de défaut électrique 174
Sous-section 5.5.7.1. Généralités 174
Sous-section 5.5.7.2. Mesures de protection générales des circuits de sécurité 174
Sous-section 5.5.7.3. Protection contre les surcharges dans les circuits de sécurité . 174
Sous-section 5.5.7.4. Protection contre les courts-circuits dans les circuits de sécurité 175
Sous-section 5.5.7.5. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits de sécurité 175
Section 5.5.8. Prescriptions particulières 176
CHAPITRE 5.6. INSTALLATIONS CRITIQUES 177
Section 5.6.1. Généralités 177
Section 5.6.2. Mesures de protection à prendre 177
Sous-section 5.6.2.1. Généralités 177
Sous-section 5.6.2.2. En cas de perte de la source normale 178
Sous-section 5.6.2.3. En cas d'incendie 178
Sous-section 5.6.2.4. En cas de défaut électrique 178
Sous-section 5.6.2.5. Prescriptions particulières 180

Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels

Section 5.1.1. Généralités

Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité

Le matériel électrique doit être choisi et installé pour satisfaire :

- aux prescriptions du présent Livre ;
- aux conditions des influences externes prévisibles ;

de manière que les personnes et les biens ne soient pas mis en danger.

Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie

Le matériel électrique est choisi et installé de telle façon qu'il ne présente pas de danger d'une part pour les personnes et d'autre part pour les objets et matériaux avoisinants. Une attention particulière doit être donnée aux raccordements et connexions du matériel électrique.

Le matériel électrique est disposé et installé de telle sorte que ne soit pas gênée la dissipation de la chaleur produite en service normal par ce matériel électrique.

Lorsqu'une aération naturelle est insuffisante pour éviter une concentration excessive de la chaleur, un système d'évacuation de chaleur approprié est prévu.

Dans le cadre de la protection contre l'incendie, des règles complémentaires sont définies à la *section 4.3.3*.

Section 5.1.2. Domaine d'application

Ces prescriptions sont d'application sur:
- le matériel électrique à très basse tension;
- le matériel électrique à basse tension;
- les appareils d'utilisation à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée (voir *section 1.2.1.*).

Section 5.1.3. Conformité aux normes

Sous-section 5.1.3.1. Généralités

Le matériel électrique est présumé offrir la sécurité requise:
- soit s'il est conforme aux critères du Code Economique, en son Livre IX, Sécurité des produits et services, concernant la mise sur le marché du matériel électrique non règlementé et de ses actes d'exécution;
- soit pour le matériel électrique à haute tension alimenté en basse tension et d'une puissance limitée, s'il fait partie d'un ensemble ayant subi avec succès des essais du niveau d'isolement et est muni d'une plaque signalétique mentionnant les tensions appliquées lors de ces essais; les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, éventuellement cas par cas, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les conditions de ces essais.

Sous-section 5.1.3.2. Exception

S'ils ne répondent pas aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, les appareils d'utilisation à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée sont conçus, réalisés et disposés de manière que la distance dans l'air entre pièces nues sous tension, entre ces pièces et la masse, ou entre pièces nues sous tension d'une même phase, quand elles sont séparées en position d'ouverture, est au moins égale à:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Formule dans laquelle:
- d: est la distance précitée en mm;
- U_N: est la tension nominale entre phases de l'appareil exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

Lorsque les surfaces nues sont isolées par une ou plusieurs matières isolantes autres que l'air, en ce compris le vide, le niveau d'isolement résultant des plus petites distances existant entre les éléments cités à l'alinéa précédent est au moins égal à celui conféré par les distances dans l'air résultant de l'application de la formule de l'alinéa précédent.

Sous-section 5.1.3.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont conformes soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne, soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes

Le choix et l'utilisation du matériel électrique se font en fonction des influences externes présentes conformément aux arrêtés pris par les Ministres qui ont respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce chacun pour ce qui le concerne, ou à défaut en accord avec le représentant de l'organisme de contrôle visé au *chapitre 6.3.*

Lorsque différentes influences externes sont susceptibles de se produire simultanément, leurs effets peuvent être indépendants ou s'influencer mutuellement et, dans ce cas, modifier le choix du degré de protection.

Si, toutefois, le matériel électrique ne comporte pas, par construction, les caractéristiques requises, il peut être utilisé à condition qu'il soit pourvu lors de l'installation d'une protection complémentaire lui assurant des caractéristiques équivalentes. Cette protection complémentaire ne peut nuire au fonctionnement du matériel électrique ainsi protégé.

Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique

Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques

Les machines et appareils électriques sont conçus et installés de manière à rendre aisés leur manœuvre, leur surveillance et leur entretien ainsi que l'accès à leurs connexions. Cette exigence demeure si des machines et des appareils électriques sont installés dans des enveloppes ou compartiments d'enveloppes.

Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques sont installées de façon que l'on puisse en tout temps mesurer, après mise hors service si nécessaire, leur isolement et localiser les défauts éventuels ainsi que déterminer la nature exacte des défectuosités occasionnelles.

Section 5.1.6. Repérage

Sous-section 5.1.6.1. Repérage du matériel électrique

Les machines et appareils fixes et les ensembles d'appareillage à basse tension sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des marquages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Sous-section 5.1.6.2. Code de couleurs des conducteurs isolés

Dans les conduits et les canalisations électriques, les conducteurs isolés à l'aide de matériaux d'isolation solides repérés par la combinaison des couleurs verte et jaune sont utilisés:
- comme conducteur de protection (PE mis à la terre ou non);
- comme neutre lorsque celui-ci sert également de conducteur de protection (conducteur PEN).

La combinaison des couleurs précitée est présente sur toute la longueur du conducteur.

L'utilisation des couleurs verte et/ou jaune, de même que l'emploi d'une de ces couleurs dans une combinaison multicolore est proscrite des matériaux d'isolation des conducteurs actifs à l'exclusion du conducteur neutre associé au conducteur de protection (PEN).

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa précédent, il est permis d'utiliser la couleur jaune ou verte pour les conducteurs électriques qui font partie des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure, pour autant que leur section soit inférieure à 1,5 mm^2.

A l'exception des câbles méplats VTLBp, le conducteur isolé à l'aide de matériaux d'isolation solides, repéré par la couleur bleu, est réservé au conducteur neutre ou compensateur (N) dans les circuits comportant un tel conducteur.

Lorsque le circuit ne comporte pas de conducteur neutre, le conducteur bleu de câbles multipolaires peut être utilisé pour un autre usage, sauf comme conducteur de protection.

Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations

Section 5.2.1. Généralités

Sous-section 5.2.1.1. Code d'identification des canalisations électriques

Le code d'identification des canalisations électriques est donné à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Sous-section 5.2.1.2. Choix des canalisations électriques

Les canalisations électriques qui ne font pas partie intégrante d'une machine ou d'un appareil électrique et, en particulier, leurs sections sont choisies de manière telle que:
a) sauf spécification contraire définie par le présent Livre, leur courant admissible I_z, tel que défini à la *sous-section 4.4.1.5.*, soit au moins égal au courant d'emploi I_B du circuit considéré;
b) la chute de tension, dans les conditions normales de service, soit compatible avec un fonctionnement sûr des machines ou appareils électriques alimentés;
c) les contraintes électrodynamiques susceptibles de se produire en cas de court-circuit ne compromettent pas la sécurité;
d) les autres contraintes mécaniques prévues dans les règles de l'art ne les endommagent pas;

e) la valeur de l'impédance du circuit soit compatible avec le fonctionnement des protections imposées par le présent Livre.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté, fixer les règles à suivre en ces matières.

Il est interdit d'utiliser comme conducteur transportant normalement l'énergie électrique:
- des conduites d'eau ou de gaz;
- des parties métalliques de la construction;
- les enveloppes métalliques des conducteurs électriques isolés;
- le circuit de chauffage;
- le sol.

Les canalisations électriques sont choisies en fonction des influences externes présentes et en fonction des caractéristiques de l'installation (tension, courant, puissance, compatibilité…).

Pour les canalisations électriques qui ne font pas partie intégrante d'une machine ou d'un appareil électrique, l'emploi de conducteurs isolés d'une section inférieure à 2,5 mm^2 est interdite.

Toutefois, des exceptions sont admises pour les conducteurs des canalisations électriques reprises dans le *tableau 5.1*.

Tableau 5.1. Canalisations électriques pour lesquelles les conducteurs peuvent avoir une section inférieure à 2,5 mm^2

Section minimale (mm^2)	***Canalisations électriques***
1,5	Canalisations électriques appartenant à des circuits ne comportant pas de socle de prise de courant, à l'exception de socle de prise de courant unique d'une intensité nominale de 2,5 A intégré dans des luminaires.
1	Canalisations électriques appartenant à des circuits intégrés dans des tableaux de répartition et de manoeuvre et alimentant une seule prise de courant. Les dispositifs de protection de ces canalisations électriques doivent être adaptés pour la section de ces canalisations électriques.
0,75	
0,5	Canalisations électriques appartenant à des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure.

Dans les installations domestiques, chaque appareil ou machine (mobile) à poste fixe d'une puissance nominale supérieure ou égale à 2600 W est alimenté séparément par un circuit exclusivement dédié. Le lave-linge, le lave-vaisselle, le sèche-linge, la cuisinière électrique, la taque de cuisson électrique et le four électrique sont aussi alimentés séparément par un circuit exclusivement dédié. Les appareils d'un chauffage électrique à poste fixe sont alimentés par un ou plusieurs circuits exclusivement dédiés. La section des canalisations électriques, qui sont destinées à alimenter ces appareils ou machines électriques, est choisie en fonction de la puissance de ces appareils ou machines électriques.

Sous-section 5.2.1.3. Pose des conducteurs

Un câble multipolaire ou un groupement de conducteurs peut contenir des circuits à tensions différentes à condition que les conducteurs soient isolés, soit individuellement, soit collectivement, pour la tension la plus élevée présente.

Dans ce cas, des dispositions conformes aux règles de l'art sont prises pour éviter qu'un éventuel contact galvanique entre des conducteurs appartenant à des circuits différents ne compromette la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Les câbles unipolaires et les conducteurs isolés, appartenant à un même circuit, sont posés à proximité immédiate les uns des autres. Cette règle s'applique également au conducteur de protection correspondant.

Sous-section 5.2.1.4. Isolation des conducteurs

a. Généralités

A l'intérieur des lieux ordinaires, tous les conducteurs actifs des canalisations électriques sont en principe constitués de conducteurs isolés d'une manière sûre et durable, par un revêtement continu.

Par ailleurs, les canalisations préfabriquées sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Il est toutefois permis d'utiliser des conducteurs actifs nus:
- en respectant les prescriptions relatives à la protection partielle contre les chocs électriques par contact direct, soit par mise hors de portée par éloignement dont les prescriptions sont reprises au *4.2.2.1.d.*, soit au moyen d'obstacles dont les prescriptions sont reprises au *4.2.2.1.e.*;
- dans les lieux industriels, en respectant les prescriptions de *4.2.2.5.f.* relatif aux lignes de contacts roulants ou glissants.

b. Prescriptions spécifiques dans les installations en TBTS et en TBTP

Dans les installations intérieures, tous les conducteurs actifs sont constitués de conducteurs isolés de manière sûre et durable. Il est toutefois permis d'utiliser des conducteurs nus:
- en respectant les prescriptions de la *sous-section 4.2.2.2.* relatif à la protection contre les chocs électriques par contacts directs;
- dans les lieux ordinaires non accessibles au public, où sont occupés des travailleurs visés à l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, en respectant les prescriptions de *4.2.2.5.f.* relatif aux lignes de contact roulant ou glissant;
- pour l'utilisation de canalisations préfabriquées si elles sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou si elles répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Sous-section 5.2.1.5. Résistance mécanique - traversées

La pose des canalisations électriques est faite de manière à leur maintenir une résistance mécanique suffisante, eu égard aux conditions de sollicitation auxquelles elles sont soumises.

Lorsque les canalisations électriques sont spécialement exposées aux dégradations mécaniques, elles sont d'un type armé ou munies d'une protection spéciale les mettant à l'abri de celles-ci.

Pour les traversées entre locaux pouvant présenter des différences importantes d'état hygrométrique, des précautions spéciales sont prises pour éviter l'introduction et la condensation d'eau dans la traversée. Si la traversée est réalisée à l'aide de conduits non obturés, ils sont inclinés vers le local le plus humide et disposés de manière que les conducteurs soient librement ventilés.

Les mêmes précautions sont prises pour les traversées aboutissant à l'extérieur.

Les traversées aboutissant à un local avec les influences externes BE2 et/AF4 sont obturées du côté de ce local.

Dans les traversées de planchers, on assure la protection de la canalisation électrique, au ras du sol fini, contre les dégradations mécaniques et l'écoulement des liquides pouvant être répandus sur le sol fini. Si la traversée s'effectue en conducteurs posés sous conduits, ceux-ci sont étanches et leur extrémité supérieure fait saillie au-dessus du plancher, d'une hauteur au moins égale à celle des plinthes, s'il en existe, et de 10 cm au moins.

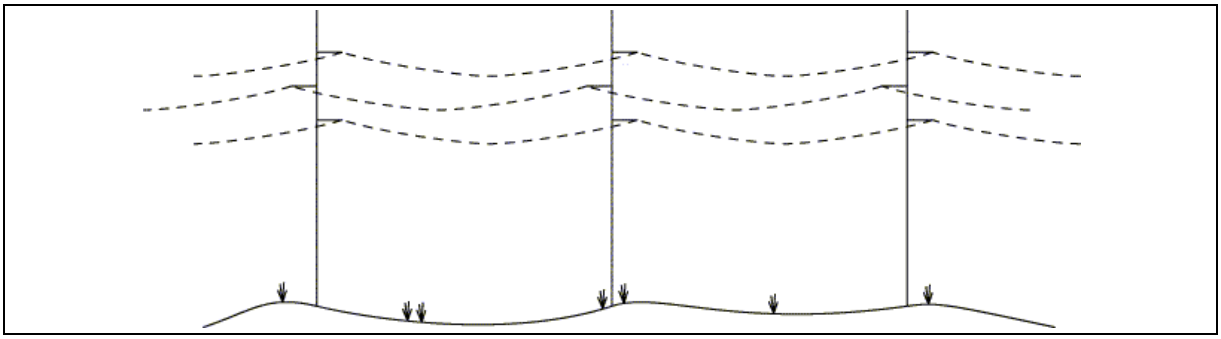
Section 5.2.2. Modes de pose

Sous-section 5.2.2.1. Basse tension

Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. en lignes aériennes;

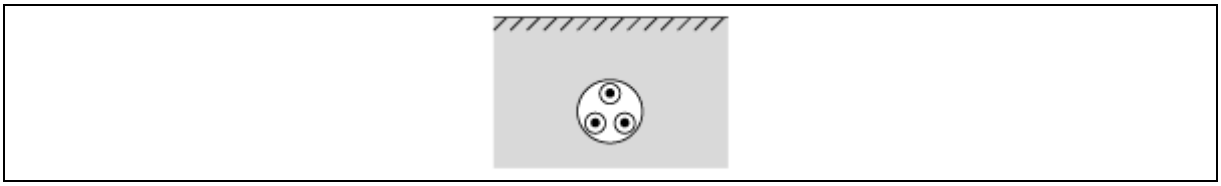
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes



b. en canalisations électriques souterraines:

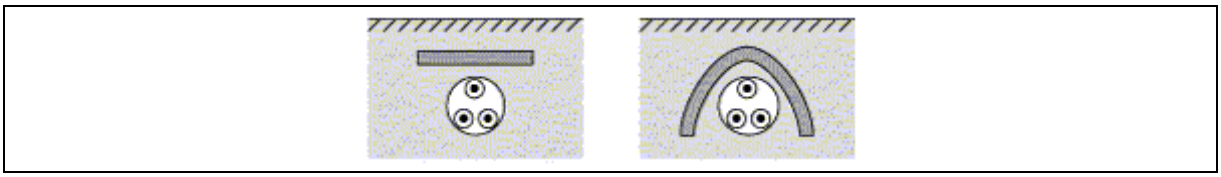
b.1 Enterrées directement

Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement



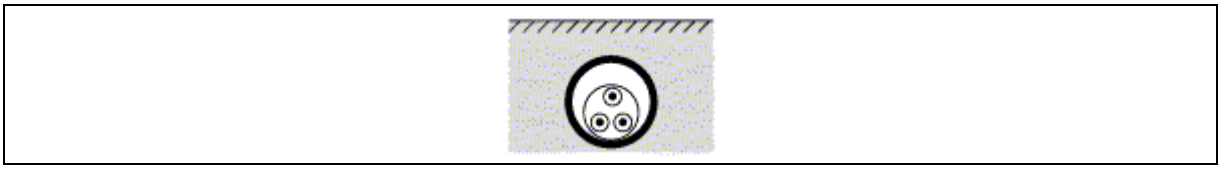
b.2 Enterrées avec protection mécanique

Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique



b.3 Enterrées dans des fourreaux

Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux

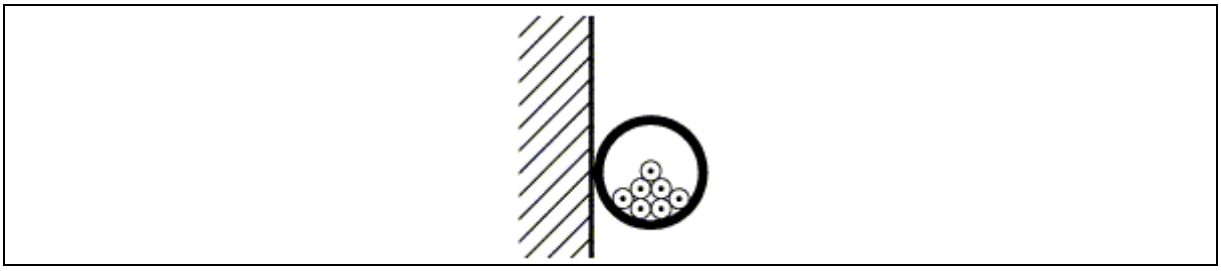


c. en lignes de contacts roulants ou glissants;

d. en montage apparent:

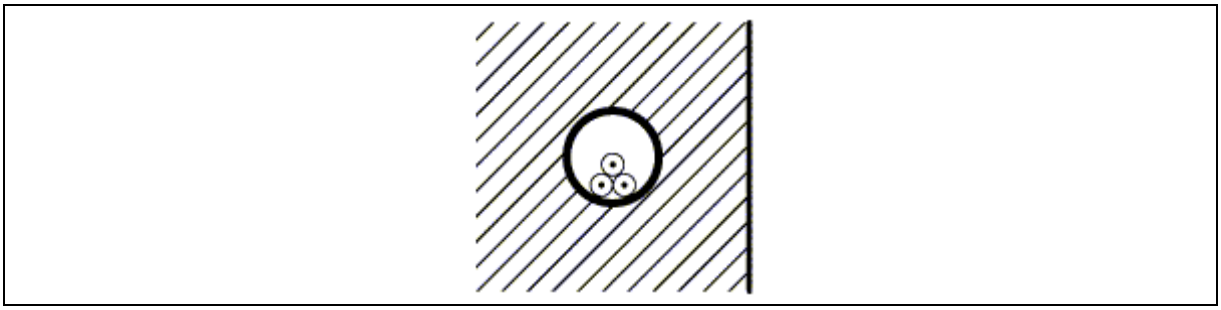
la canalisation électrique est posée à la surface d'une paroi d'un local ou à sa proximité immédiate de telle façon que la distance entre la canalisation électrique et la paroi ne soit pas supérieure à 0,3 fois le diamètre extérieur de ladite canalisation électrique;

Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Montage apparent



e. sous conduits encastrés:

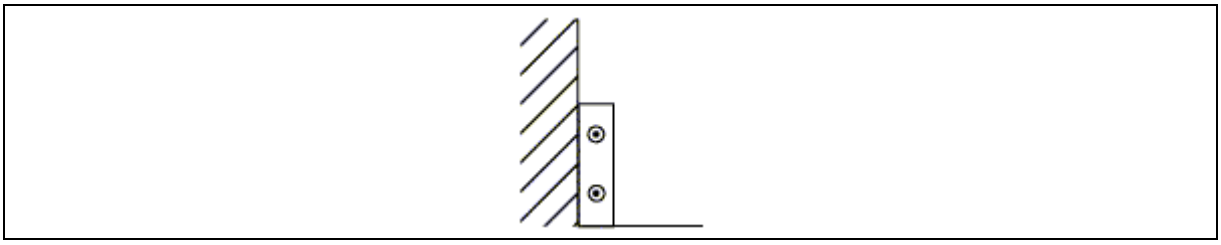
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Montage encastré



f. sous moulures, plinthes et chambranles ad hoc;

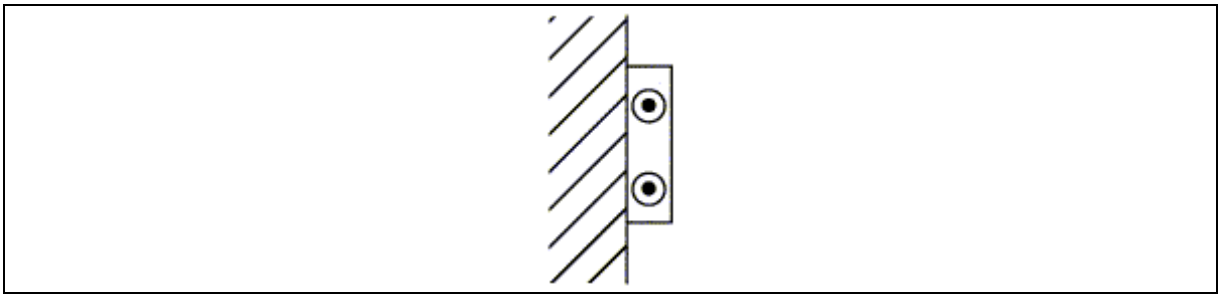
f.1 plinthes

Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Plinthes



f.2 Chambranles

Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Chambranles

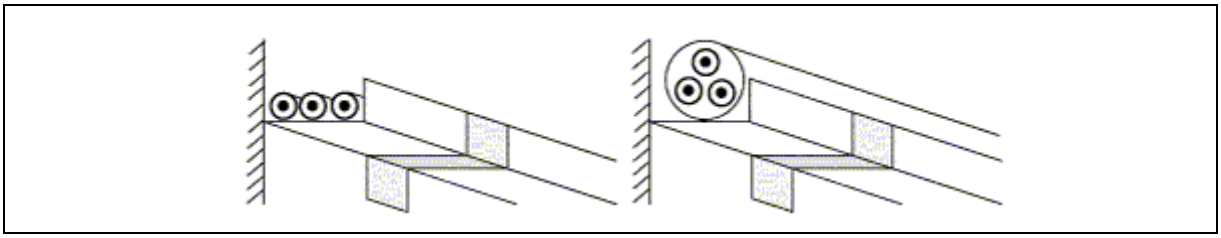


g. à l'air libre, soit avec attaches, colliers ou autres moyens de fixation, soit sur chemins de câbles, échelles à câbles, tablettes, corbeaux ou supports analogues; la canalisation électrique se trouve séparée de toutes parois d'une distance supérieure ou égale à 0,3 fois son diamètre

extérieure;

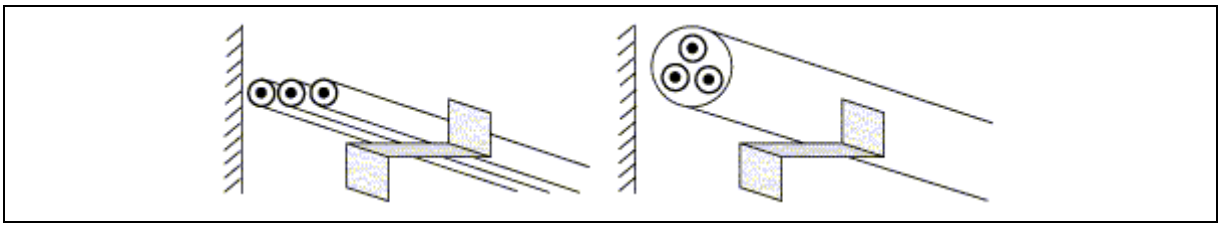
g.1 chemins de câbles

Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



g.2 corbeaux

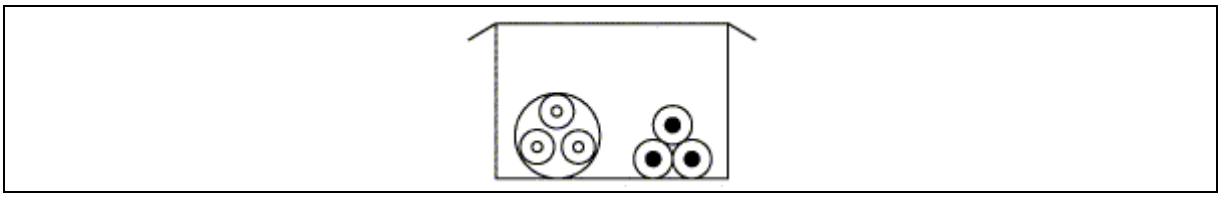
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



h. sous goulottes et gouttière;

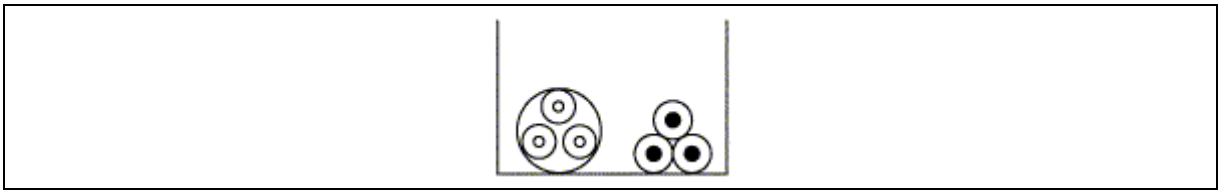
h.1. goulotte

Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte



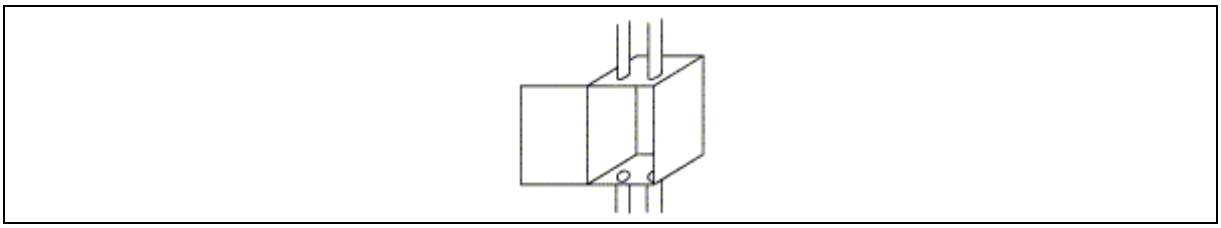
h.2. gouttière

Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière



i. dans des gaines;

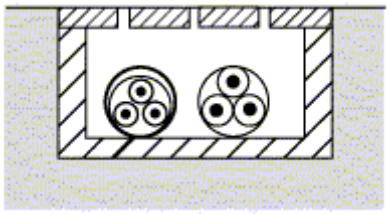
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Gaines



j. dans des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

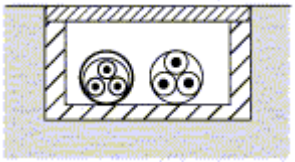
j.1. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



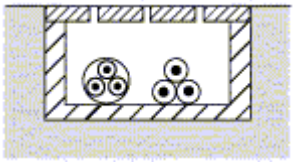
j.2. conduits dans caniveaux fermés

Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



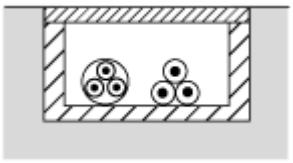
j.3. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



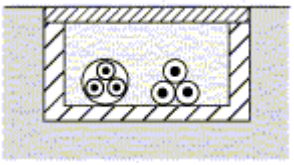
j.4. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



j.5. pose directe dans caniveaux remplis de sable

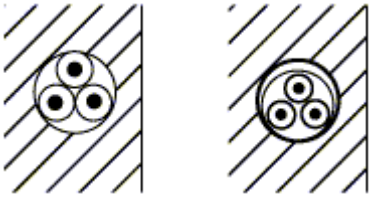
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable



k. dans les vides de constructions, alvéoles et blocs manufacturés;

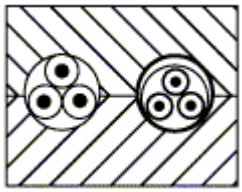
k.1. alvéoles

Figure 5.19. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



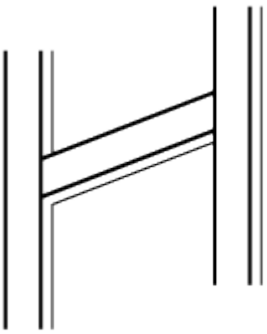
k.2. blocs manufacturés

Figure 5.20. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés



l. dans les huisseries;

Figure 5.21. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les huisseries



m. en encastrements directs, sans conduits;

Figure 5.22. Modes de pose des canalisations électriques – En encastrements directs, sans conduits

n. dans les canalisations préfabriquées;

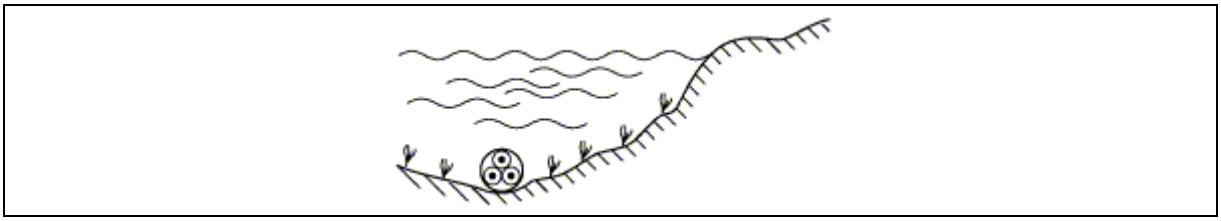
Figure 5.23. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les canalisations préfabriquées

o. sur des isolateurs;

Figure 5.24. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs

p. par immersion dans l'eau;

Figure 5.25. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau



q. dans les plafonds, planchers et murs pour les canalisations et panneaux chauffants.

Sous-section 5.2.2.2. Très basse tension

Tous les modes de pose relatifs aux canalisations électriques à basse tension sont applicables aux canalisations électriques à très basse tension avec toutefois un allègement des caractéristiques électriques et/ou mécaniques, sauf dans le cas d'influences externes BE2 ou BE3 ou CA2.

De plus, les conducteurs ou câbles peuvent être posés directement dans le sol. Il faut toutefois tenir compte des efforts mécaniques auxquels ils pourraient être soumis et qui, vu leur faible résistance mécanique, peuvent en amener facilement la rupture. Si les conducteurs nus sont placés directement dans le sol, leur alimentation est assurée par une très basse tension fournie par un transformateur de séparation de circuits.

Sous-section 5.2.2.3. Très basse tension de sécurité

Les modes de pose relatifs aux canalisations électriques à très basse tension sont d'application aux canalisations électriques à très basse tension de sécurité, à l'exception de la pose directe de conducteurs nus dans le sol.

Sous-section 5.2.2.4. Modes de pose complémentaires

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent autoriser, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, d'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques et fixer les conditions de sécurité à respecter.

Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes

Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de manière à être adaptées à la température ambiante locale la plus basse et la plus élevée.

Les éléments des canalisations électriques, y compris les câbles et leurs accessoires, doivent être mis en œuvre ou manipulés seulement dans les limites de température fixées par les normes de produit correspondantes ou indiquées par le constructeur.

En outre, des précautions spéciales (calorifugeage, protection mécanique, fixation rigide...) sont prises pour des températures inférieures à −25 °C.

Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de telle sorte qu'aucun dommage ne soit causé par la condensation ou la pénétration de l'eau. Le degré de protection IP de la canalisation électrique doit satisfaire, après assemblage, aux influences externes de l'emplacement considéré.

Lorsque l'eau peut s'accumuler ou se condenser dans les canalisations électriques, des dispositions doivent être prises pour assurer son évacuation.

Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité d'agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1), tous les types de canalisations électriques conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes sont autorisés.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où il y a des agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), elles sont d'un type capable de subir avec succès l'essai au brouillard salin tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à l'action intermittente ou à une action accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant (AF3), elles sont d'un type capable de subir avec succès l'essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à une action permanente (AF4) de produits chimiques corrosifs ou polluants, elles sont spécialement étudiées en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des conditions particulières en la matière.

Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Si les chocs à craindre sont de la classe AG1, les canalisations électriques peuvent être du type domestique conforme aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou peuvent répondre à dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Si les chocs à craindre sont de la classe AG2 ou AG3, les canalisations électriques ont la protection mécanique répondant aux contraintes prévisibles.

Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les canalisations électriques sont soumises à des vibrations moyennes ou importantes (AH2 et AH3), elles sont spécialement étudiées ou des dispositions particulières sont prises à leur égard.

Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales; le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- une résistance mécanique suffisante, une armure métallique;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune telles que nettoyage, emploi des pesticides...

Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Si d'application, il faut tenir compte des mesures de la *sous-section 5.3.2.8.*

Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC)

Les influences externes à prendre en considération pour la protection contre les chocs électriques sont celles qui sont relatives à l'état du corps humain, qui ont été définies au *tableau 2.3.* à la *section 2.4.1.*, ainsi que celles qui sont relatives aux contacts des personnes avec le potentiel de terre qui ont été définies à la *section 2.10.13.*

Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB)

Les influences externes à prendre en considération sont définies:
- à la *section 2.10.15.* pour la nature des matières traitées ou entreposées;
- à la *section 2.10.16.* pour les matériaux de construction;
- à la *section 2.10.17.* pour la structure des bâtiments.

Les prescriptions à suivre pour le choix des canalisations électriques sont données:
- aux *sections 4.3.3.* et *5.2.7.* en ce qui concerne les précautions contre le danger d'incendie;
- à la *sous-section 7.102.8.4.* en ce qui concerne les précautions contre les risques d'explosion.

Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs

Sous-section 5.2.4.1. Généralités

Les règles à appliquer pour la protection contre les surintensités sont définies au *chapitre 4.4.* «Protection électrique contre les surintensités».

Sous-section 5.2.4.2. Domaine d'application

La protection électrique contre les surintensités est réalisée, pour les conducteurs situés à l'intérieur des machines ou appareils électriques, suivant les règles de l'art y relatives.

Les conducteurs actifs des canalisations électriques sont protégés contre les surintensités à moins qu'ils ne soient raccordés à une source dont l'impédance est telle que le courant maximal qu'elle fournit reste inférieur ou égal au courant admissible dans ces canalisations électriques.

Les canalisations électriques souples alimentant directement les machines et appareils électriques mobiles, dont le raccordement s'effectue par un socle de prise de courant, peuvent ne pas être protégées contre les surintensités si leur longueur et la section de leurs conducteurs sont conformes à celles prévues dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Les canalisations électriques souples des cordons prolongateurs avec une prise mobile simple ou un bloc mobile de prises multiples, avec ou sans enrouleur, peuvent ne pas être protégées contre les surintensités si:

1. pour un courant nominal inférieur ou égal à 2,5 A, la section minimale des conducteurs est au moins de 0,75 mm^2;
2. pour un courant nominal supérieur à 2,5 A et inférieur ou égal à 16 A, la section minimale des conducteurs est au moins de 1,5 mm^2;
3. pour un courant nominal supérieur à 16 A, la section minimale des conducteurs est conforme à celle donnée par les règles de l'art.

Lorsque des raisons impérieuses de sécurité l'exigent, il est admis de se dispenser de protection contre les surintensités par court-circuit et interdit de placer le dispositif de protection contre les surcharges sur les canalisations électriques alimentant une machine ou un appareil dont l'arrêt inopiné pourrait présenter des dangers ou des inconvénients graves comme, par exemple, dans le circuit d'excitation des moteurs, le circuit d'induit des machines à courant alternatif, le circuit d'alimentation d'électro-aimants de manutention ou de levage, le circuit secondaire d'un transformateur de courant, ... Les dimensions des conducteurs de ces circuits sont choisies conformément aux règles de l'art.

Sous-section 5.2.4.3. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes

Aucune mesure de protection particulière contre les surintensités n'est prévue contre une élévation de température des jeux de barres et leurs dérivations nues dans les sous-stations, postes ou armoires de distribution, pour autant que leurs dimensions soient choisies pour supporter les contraintes thermiques et mécaniques dues aux courants de courts-circuits susceptibles de les traverser. A ce sujet, leurs dimensions respectent les prescriptions suivantes:

1. Au point de vue thermique, leur sections sont calculées conformément aux règles de l'art. Elles sont fonction:

- du type et des caractéristiques du métal du conducteur (masse volumique, chaleur massique et résistivité);
- de la température maximale d'exploitation du conducteur;
- de la température maximale d'échauffement du conducteur fixée à 250°.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.

2. Au point de vue mécanique, toute la structure c'est-à-dire le profil, la disposition et la fixation, permettra de supporter les efforts d'attraction, de répulsion et de résonance, provoqués par le courant maximum de court-circuit (valeur de crête):

$$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

dont I_c est la valeur de crête.

Section 5.2.5. Chute de tension

Les chutes de tension dans les canalisations électriques doivent être limitées aux valeurs décrites dans les règles de l'art.

Section 5.2.6. Connexions

Sous-section 5.2.6.1. Généralités

Les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées conformément aux règles de l'art dans des tableaux de répartition et de manoeuvre, boîtes de jonction ou de dérivation, aux bornes des interrupteurs, des prises de courant ou dans les pavillons de volume suffisant des appareils d'éclairage suspendu.

Les logements des interrupteurs et des prises de courant encastrés sont d'un volume suffisant pour y loger aisément les connexions.

Les boîtes de jonction, de dérivation et les boîtes encastrées pour montages en conduits sont soit en métal, soit en bois ignifugé, soit en matière isolante non propagatrice de la flamme. Elles sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Aux extrémités des canalisations électriques et notamment aux endroits de pénétration dans les machines et appareils électriques, la protection continue est assurée.

Si cela s'avère nécessaire, le raccordement assure l'étanchéité à l'aide de presse-étoupe, obturateurs...

Lorsque les canalisations électriques comportent une gaine ou une enveloppe conférant un degré déterminé de protection, le presse-étoupe est serré sur cette gaine et non sur les isolants des conducteurs. Lorsque la gaine d'étanchéité se trouve sous une armure métallique, l'armure est soigneusement coupée avant l'entrée dans le presse-étoupe et arrêtée par un dispositif approprié résistant aux contraintes internes et externes.

Les presse-étoupes des enveloppes à double isolation sont en matériau isolant.

En ce qui concerne les câbles souterrains, la qualité des jonctions entre les différents tronçons d'un câble ou entre un câble et une ligne électrique présente un isolement et une herméticité au moins égale à celles du câble lui-même et ce, conformément aux règles de l'art.

Sous-section 5.2.6.2. Connexion des appareils aux installations

a. Généralités

Les appareils peuvent être connectés aux installations, soit directement à une canalisation électrique fixe, soit par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple.

Les appareils alimentés par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple comprennent les appareils mobiles et portatifs ainsi que ceux pour lesquels ce mode de connexion est reconnu par les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Dans les conduits et les canalisations électriques, les conducteurs isolés à l'aide de matériaux d'isolation solides repérés par la combinaison des couleurs verte et jaune sont utilisés:
- comme conducteur de protection (PE mis à la terre ou non);
- comme neutre lorsque celui-ci sert également de conducteur de protection (conducteur PEN).

La combinaison des couleurs précitée est présente sur toute la longueur du conducteur.

L'utilisation des couleurs verte et/ou jaune, de même que l'emploi d'une de ces couleurs dans une combinaison multicolore est proscrite des matériaux d'isolation des conducteurs actifs à l'exclusion du conducteur neutre associé (PEN) au conducteur de protection.

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa précédent, il est permis d'utiliser la couleur jaune ou verte pour les conducteurs électriques qui font partie des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure, pour autant que leur section soit inférieure à 1,5 mm^2.

b. Connexion directe des appareils à une canalisation électrique fixe

Les canalisations électriques sont protégées contre les dégradations auxquelles elles sont exposées. De plus, les connexions des conducteurs avec les appareils ne sont pas soumises à des efforts de traction et de torsion.

A leur entrée dans les appareils, les canalisations électriques sont également protégées contre les dégradations mécaniques.

Les connections des conducteurs avec les appareils sont effectuées conformément aux règles de l'art.

c. Connexion par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple

Les canalisations électriques souples comportent le nombre nécessaire de conducteurs électriquement distincts et mécaniquement solidaires, y compris le conducteur de protection si ce conducteur est nécessaire.

Les canalisations électriques souples sont choisies en tenant compte:
- des conditions de service;
- des influence externes;
- et des conditions de protection contre les contacts indirects.

Les connexions des canalisations électriques souples aux canalisations électriques fixes s'effectuent:
- soit par l'intermédiaire de prises de courant;
- soit par des boîtes de connexion;
- soit par des prises par frotteur sur trolley dans le cas d'alimentation de matériels ou lampes mobiles.

Les connexions des canalisations électriques souples aux appareils s'effectuent:
- soit au moyen de câbles souples reliés à demeure aux appareils;
- soit au moyen d'un connecteur, celui-ci étant disposé de telle manière que les parties actives de la prise mobile et du socle ne soient pas accessibles au toucher lorsqu'elles sont sous tension.

Les connecteurs satisfont aux prescriptions suivantes:
- les connecteurs non placés dans des lieux fermés du service électrique, sont munis soit d'un dispositif de verrouillage qui interrompt le passage du courant avant la déconnexion, soit d'un dispositif qui nécessite pour son ouverture un outil ou tout autre moyen présentant un degré de sécurité équivalent;
- les connecteurs ont un degré de protection d'au moins IPXX-B (côté source) en position non raccordée;
- les parties «source» et «drain» du connecteur sont pourvues d'un marquage spécifique des parties du connecteur et d'un système mécanique empêchant l'inversion entre conducteurs de phases, neutre et de protection.

Les éléments de dérivation amovibles des canalisations préfabriquées dont le courant nominal est égal ou supérieur à 16 A et dont la tension nominale du circuit est supérieure à 500 V en courant alternatif et 50 V en courant continu, ou dont le courant nominal est égal ou supérieur à 32 A:
- doivent avoir un degré de protection d'au moins IPXX-B;
- sont pourvus d'un interrupteur-sectionneur de la catégorie d'emploi AC22A ou DC22A, conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit
- à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme;
- ne permettent l'accès à l'appareillage interne ainsi que leur introduction ou leur extraction des canalisations préfabriquées que si l'interrupteur-sectionneur est ouvert.

Section 5.2.7. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu

Sous-section 5.2.7.1. Généralités

Ne doivent pas répondre aux exigences des *sous-sections 5.2.7.2.* et *5.2.7.3.:*

1. les conducteurs isolés constituant le câble;
2. les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une déclaration de conformité UE;
3. les conducteurs isolés et les câbles installés (séparément ou en faisceaux/nappe) avec les modes de pose suivants:
   - les câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible;
   - les conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible;
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités :
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*

- *des câbles souterrains, ou*
- *des câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible, ou*
- *des conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible,*

montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m et qu'ils soient installés dans un lieu à risque d'incendie normal. Cette exception des extrémités n'est toutefois pas admise:

- *pour les conducteurs isolés et les câbles pour le raccordement à un réseau de distribution basse tension montés à l'air libre ou en montage apparent;*
- *pour les câbles dérivés, avec ou sans conduit montés à l'air libre ou en montage apparent;*
- *pour les conducteurs isolés dérivés, sous conduits montés à l'air libre ou en montage apparent.*

Sous-section 5.2.7.2. Conducteurs isolés et câbles installés séparément

Les conducteurs isolés et les câbles installés séparément ont au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Ceci n'est pas d'application pour les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F1 ou au moins la classe E ou E_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} doivent être installés soit conformément au *point 3.* des exceptions mentionnées à la *sous-section 5.2.7.1* soit conformément à l'exception mentionnée à l'alinéa précédent.

Les conducteurs isolés et les câbles ajoutés dans un système de support existant sont choisis et placés (séparément ou en faisceau/nappe) en tenant compte du placement des conducteurs isolés et câbles existants et ils ont les caractéristiques ou les classes adéquates des *sous-sections 5.2.7.2.* et *5.2.7.3.*

Sous-section 5.2.7.3. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe

Les conducteurs isolés et les câbles installés en faisceaux ou en nappe ont au moins la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*). Cette disposition est d'application indépendamment de la distance sur laquelle les conducteurs isolés et les câbles sont installés effectivement en faisceaux ou en nappe.

Ceci n'est pas d'application pour:

1. les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F2 ou au moins la classe C ou C_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*);
2. le câblage interne d'un tableau de répartition ou de manœuvre, pour autant que celui-ci ait au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca};
3. les câbles entre les bornes basse tension d'un transformateur haute tension/basse tension et le dispositif de protection général pour autant que ces câbles, dont la longueur n'excède pas 10 m, soient installés dans le même lieu exclusif du service électrique que le transformateur et que ceux-ci aient au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe $E_{ca.}$

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} doivent être installés soit conformément au *point 3.* des exceptions mentionnées à la *sous-section 5.2.7.1.* soit conformément au *point 1.* des exceptions mentionnées à l'alinéa précédent.

Sous-section 5.2.7.4. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câbles et matériels similaires sont du type non propagateur de la flamme. Ils doivent satisfaire aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Les conduits thermoplastiques propagateurs de la flamme ne sont utilisés que lorsqu'ils sont encastrés dans des matériaux non combustibles avec un recouvrement minimal de 3 cm.

Section 5.2.8. Voisinage avec d'autres canalisations

Dans le cas de voisinage de canalisations électriques et de canalisations non électriques, les canalisations électriques sont disposées de façon à ménager entre les surfaces extérieures des canalisations une distance telle que toute intervention sur une canalisation ne risque pas d'endommager les autres.

Au voisinage des canalisations de chauffage ou d'air chaud et des conduits de fumée, les canalisations électriques doivent ne pas risquer, de ce fait, d'être portées à une température nuisible et, dès lors, être tenues à une distance suffisante ou être séparées de ces canalisations par un écran calorifuge.

De même, les canalisations électriques n'empruntent pas des cheminées, des gaines de ventilation ou de désenfumage.

Les canalisations électriques ne sont pas placées parallèlement au-dessous des canalisations pouvant donner lieu à des condensations (telles que canalisations d'eau, de vapeur ou de gaz...) à moins que des dispositions ne soient prises pour protéger les canalisations électriques des effets de ces condensations.

Des canalisations électriques et des canalisations non électriques peuvent uniquement être groupées dans un même système de pose (caniveau, gaine, gouttière...) si les conditions suivantes sont simultanément remplies:

1. la protection contre les contacts indirects est assurée en considérant les canalisations métalliques non électriques comme des éléments conducteurs;
2. les canalisations électriques sont convenablement protégées contre les dangers pouvant résulter de la présence d'autres canalisations.

Lorsque les canalisations électriques comportent extérieurement un revêtement isolant équivalant à une isolation supplémentaire et conçu pour garder ses propriétés dans les gaines ou caniveaux, il n'y a pas lieu de prendre d'autres mesures de protection contre les contacts indirects, même dans le cas d'adjonction ultérieure d'autres canalisations métalliques.

Les dangers pouvant résulter de la présence d'autres canalisations concernent notamment:

- une élévation de la température, due au voisinage de canalisations de vapeur, de chauffage ou plus généralement d'un fluide chaud;
- le danger de condensation;
- le danger d'inondation, en cas d'avarie à une conduite de liquides, toutes dispositions étant alors prises pour assurer l'évacuation des liquides.

Pour les câbles souterrains, au voisinage des conduites de gaz, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz dans les regards ou trous d'hommes; dans ce voisinage, l'emploi de fourreaux pour la protection des câbles armés souterrains est évité. Toutefois, lorsque les circonstances obligent à recourir à ce mode de protection, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz.

Section 5.2.9. Règles particulières aux différents modes de pose

Sous-section 5.2.9.1. Lignes aériennes

Pour les règles d'installations spécifiques aux lignes aériennes à basse tension et à très basse tension, les prescriptions du *chapitre 7.1.* du Livre 3 sont d'application.

Sous-section 5.2.9.2. Canalisations électriques souterraines

a. Généralités

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE), seuls des câbles conformes soit aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN pour cet usage soit à des dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes, peuvent être posés dans le sol et dans les fourreaux souterrains inaccessibles.

Le câble est enfoui, sauf impossibilité technique, à une profondeur minimale de 0,60 m mesurée à partir de la surface du sol (surface du terrain, surface supérieure des pavés ou du revêtement de la route...).

Si la profondeur d'enfouissement de 0,60 m est irréalisable, la protection est constituée d'un fourreau continu, ou d'un fourreau à joints à emboîtements ou à recouvrements, en matériaux durables et résistants, conformément aux règles de l'art en la matière, ou de tout système équivalent offrant une protection suffisante contre les causes de détérioration mécanique.

La pose enterrée des câbles n'est autorisée uniquement s'ils répondent à l'une des conditions suivantes :

- les câbles sont munis d'un écran de protection avec mise à la terre et ils sont, soit constitués avec

une armure, soit protégés par une gaine renforcée résistant au contact des corps durs et aux chocs des outils métalliques à main; la coordination entre les dispositifs de protection et les sections de l'écran de protection est telle que les canalisations électriques sont suffisamment protégées contre les avaries que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit;
- les câbles sont munis d'une gaine extérieure restant suffisamment résistante au contact des corps durs et aux chocs des outils métalliques à main, dans des conditions normales de service; dans ce cas, la canalisation électrique est en outre protégée sur tout son parcours par une couverture en matériaux durables et résistants, destinée à la préserver de l'atteinte des outils lors des fouilles, cette couverture débordant du câble et étant réalisée sans joint longitudinal continu au-dessus de la canalisation électrique;
- les câbles sont placés dans un fourreau ou tout système équivalent offrant une protection suffisante contre les causes de détérioration mécanique.

En ce qui concerne la protection contre les contacts directs et indirects, aucune mesure complémentaire aux conditions décrites ci-dessus n'est requise.

b. Traversée des murs et parois

Lorsque la pose de câbles souterrains nécessite le percement de murs ou parois, la percée sera soigneusement obturée après la pose.

c. Voisinage et croisement des câbles souterrains de télécommunication

c.1. Disposition générale

Au voisinage et au croisement des câbles souterrains de télécommunication, tout câble d'énergie est posé de manière à se trouver, en chacun de ses points, à 0,50 m au moins des câbles de télécommunication existant au moment de la pose.

Si une telle disposition n'est pas réalisable, une dérogation peut être octroyée par les Ministres intéressés ou les fonctionnaires qu'ils désignent à cet effet. Dans une telle éventualité, celui qui pose la canalisation électrique prend, de concert avec le propriétaire du câble de télécommunication, les mesures propres à exclure des erreurs ultérieures dans l'identification des câbles, à prévenir tous dommages ainsi qu'à éviter les troubles dans les communications et le danger pouvant découler de cette dérogation.

c.2. Déplacement des câbles de télécommunication et d'énergie

Si des câbles de télécommunication et d'énergie sont déplacés à la demande de tiers, les mesures dérogatoires reprises sous le *point c.1.* ci-avant sont d'application.

d. Repérage

d.1. Principe

La présence d'un câble est signalée de manière visible et durable. A cet effet, un repère est placé à chacune des extrémités des alignements. Si l'alignement a plus de 200 mètres de longueur, des repères intermédiaires sont placés au moins tous les 200 mètres. Des repères sont également placés aux extrémités des courbes.

Dans les courbes de plus de 20 mètres de développement, un repère supplémentaire est placé au milieu de l'arc décrit. Si une distance de 50 mètres sépare ce repère de ceux marquant les origines de la courbe, des repères supplémentaires sont placés de manière que l'écartement entre repères soit de 50 mètres au maximum.

d.2. Nappes de câbles

Dans le cas d'une nappe de plusieurs câbles, il peut être fait usage de repères communs pour l'ensemble de ces câbles.

d.3. Exception

S'il est impossible d'implanter un repère au-dessus de l'emplacement d'un ou de plusieurs câbles, ce repère est implanté à une distance aussi réduite que possible du gisement du ou des câbles.

Dans le cas de propriétés privées, les repères sont placés de préférence aux limites des parcelles ou en d'autres endroits où l'exploitation et, en particulier l'exploitation des terres agricoles, n'est pas entravée par leur présence.

N'est pas obligatoirement signalée, la présence :
- des raccordements d'utilisateurs de réseau à basse tension;

- des câbles posés par les Chemins de fer Belges sur son propre terrain;
- des câbles reliant entre eux les différents poteaux d'une installation d'éclairage public ou de signalisation lumineuse et ces poteaux à leurs postes d'alimentation.

N'est pas non plus signalée: la présence des câbles posés dans une voie publique lorsque l'autorité ayant la gestion de cette voie publique s'oppose formellement au placement de repères sur celle-ci à cause de la nature spéciale du revêtement de la voirie.

d.4. Les repères

Les repères utilisés sont en matière durable. Leur superficie n'est pas inférieure à 0,01 m² ni leur plus petite dimension inférieure à 0,08 m. Ils portent, au moins en saillie sur leur face apparente, les indications suivantes:
- un éclair pour signaler la présence d'un seul câble;
- deux éclairs pour signaler la présence d'une nappe de câbles superposés ou voisins.

d.5. Plans des canalisations souterraines

Concernant les obligations du propriétaire, voir *section 9.1.5.*

d.6. Domaine militaire

L'autorité militaire peut s'opposer, pour des motifs de sûreté militaire, à l'application intégrale ou partielle de ce *point d.* aux installations qu'elle utilise ou qui sont situées sur son domaine.

Sous-section 5.2.9.3. Pose sous conduits

a. Les conduits

Les conduits peuvent être en matière thermoplastique et en acier.

Ils sont, à l'exception des conduits thermoplastiques propagateurs de la flamme, conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans celles-ci.

Les conduits en matière thermoplastique peuvent être du type rigide, du type souple lisse ou du type annelé.

Les conduits en acier sont constitués d'un feuillard d'acier à bords soudés, soit à raccords lisses (TAL), soit à raccords filetés extérieurement aux deux extrémités (TAF).

Des conduits souples existent avec enveloppe extérieure métallique spiralée, avec ou sans gaine isolante interne ou externe.

Les courbes ou coudes des conduits sont effectués:
- soit en plein tube à l'aide de pinces ou d'appareils appropriés;
- soit par des procédés appropriés aux conduits, tels que l'échauffement pour les conduits en matière thermoplastique;
- soit en pièces préparées à l'avance, telles que des courbes, des équerres ou des tés.

Les équerres et les tés sont en deux pièces; leurs joints sont conditionnés de façon à assurer une étanchéité suffisante.

b. Choix des matériels

Peuvent être posés, dans des conduits, des conducteurs isolés ou des câbles.

c. Conditions d'emploi

Sous réserve des exceptions mentionnées dans le présent Livre, le montage sous conduits est autorisé dans tous les lieux.

d. Dimensions des conduits et des accessoires de raccordement

Les dimensions intérieures des conduits et accessoires de raccordement sont telles qu'il soit possible de tirer et de retirer facilement les conducteurs ou câbles après la pose des conduits et de leurs accessoires.

e. Pose des conduits – Règles générales

La pose des conduits se fait de la manière suivante:
- leur immobilisation est assurée d'une façon convenable et leurs éventuels manchons d'accouplement sont fixés de manière à éviter tout glissement;

- il est en tout temps possible d'y introduire ou d'en retirer des conducteurs ou des câbles;
- les conduits et notamment leurs extrémités ne peuvent pas blesser l'isolant des conducteurs et des câbles;
- les rayons de courbure des coudes faits sur place ne sont pas inférieurs à:
  - dix fois le diamètre extérieur des conduits en métal;
  - huit fois le diamètre extérieur des conduits thermoplastiques souples;
  - cinq fois le diamètre extérieur des conduits thermoplastiques rigides;
- pour la réalisation des coudes, il est fait usage des procédés conformes aux règles de l'art;
- les mesures appropriées sont prises pour éviter tout séjour d'eau dans les conduits et les appareils auxquels ils aboutissent.

f. Montages interdits

Il est interdit:
- d'utiliser des conduits en matériaux combustibles, sauf s'ils sont encastrés dans des matériaux non combustibles avec un recouvrement minimal de 3 cm;
- d'introduire des connexions, jonctions ou ligatures entre les conducteurs dans les conduits;
- d'utiliser des conduits en matière thermoplastique à des endroits où la température est susceptible de dépasser 60 °C dans des conditions normales;
- de placer dans des conduits des cordelières, des fils du type rosette ou des cordons souples CSuB ou similaires.

Les raccords éventuels dans les coffrets de tirage et de passage ne peuvent être réalisés que sur un bornier adéquat.

g. Conduits en métal magnétique

Les canalisations électriques appartenant à un même circuit à courant alternatif sont réunies sous un même conduit lorsque celui-ci est en métal magnétique non fendu longitudinalement et lorsque ces canalisations électriques sont protégées par des dispositifs de protection d'une intensité nominale dépassant 25 A.

h. Règles particulières applicables au montage sous conduit apparent

h.1. Protection mécanique

La protection mécanique des conduits est adaptée aux influences externes auxquelles ils sont soumis.

h.2. Attachés des conduits

La fixation des conduits est effectuée conformément aux règles de l'art en la matière.

i. Règles particulières applicables au montage des conduits encastrés dans la maçonnerie, le crépi ou tout autre revêtement

i.1. Protection contre la corrosion

Des précautions conformes aux règles de l'art sont prises pour éviter que ne soient corrodés les conduits disposés dans les milieux corrosifs.

i.2. Jonctions et raccords

Dans les boîtes de jonction, de dérivation et de tirage, les conducteurs ou les câbles restent accessibles et les raccords en T et en L sont interdits.

Sous-section 5.2.9.4. Pose sous moulures, plinthes et chambranles

a. Matériels

Les moulures, plinthes et chambranles peuvent être en bois ou en matière thermoplastique. Ils présentent une résistance mécanique suffisante.

b. Choix des canalisations électriques

Peuvent être posés dans des moulures, plinthes et chambranles, des conducteurs isolés ou des câbles unipolaires.

Si les moulures, plinthes ou chambranles sont constitués de matériaux combustibles, les conducteurs isolés ou câbles unipolaires sont conformes aux prescriptions de la *sous-section 5.2.7.3.*

Les rainures des moulures, plinthes et chambranles ont des dimensions telles que les conducteurs ou les câbles unipolaires s'y logent aisément.

Dans les moulures en bois, on ne passe qu'un seul conducteur ou câble unipolaire par rainure, à moins que ces conducteurs ou câbles unipolaires n'appartiennent à un seul et même circuit.

L'emploi de plinthes sans couvercle et ne comportant qu'une seule rainure n'est pas admis pour le passage des conducteurs ou câbles unipolaires.

Sous-section 5.2.9.5. Pose à l'air libre et pose en montage apparent

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE) et des conducteurs PEN indépendants, seul le placement de câbles est admis pour la pose à l'air libre et le montage en apparent.

Les moyens de fixation, chemins de câbles, tablettes, *etc.* sont choisis et disposés de façon à ne pas porter préjudice aux canalisations électriques. Ils sont capables de supporter sans dommage les influences externes auxquelles ils sont soumis.

Dans les parcours verticaux, il y a lieu de s'assurer que les efforts de traction exercés par le poids des canalisations électriques ne risquent pas de conduire à des ruptures ou à des déformations des conducteurs. Ces efforts de traction ne peuvent pas s'exercer sur les bornes de connexion.

Les dispositifs de fixation sont de conception et de dimensions telles qu'ils ne détériorent pas les canalisations électriques.

Sous-section 5.2.9.6. Goulottes et gouttières

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE) et des conducteurs PEN indépendants, le placement de conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale est interdit dans les gouttières. Les conducteurs isolés peuvent être placés dans des goulottes.

Si les conducteurs isolés sont placés dans des goulottes qui sont situées en dehors des locaux du service électrique, ces goulottes sont à parois pleines et munies d'un couvercle, qu'on ne peut ouvrir qu'à l'aide d'un outil.

Les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées conformément aux règles de l'art dans des boîtes de jonctions ou de dérivation, ou aux bornes des interrupteurs ou des prises de courant.

Lorsqu'on utilise dans une gouttière ou goulotte des canalisations électriques de circuit à des tensions différentes, les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées dans des compartiments séparant les canalisations électriques à tensions différentes.

Sous-section 5.2.9.7. Gaines

Le choix des canalisations électriques dans les gaines se fait en fonction des risques présentés par l'emplacement où se trouve la gaine.Le risque d'introduction de liquide dans les gaines est soigneusement écarté.

Sous-section 5.2.9.8. Caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable et gaines de sol

Le choix des canalisations électriques dans les caniveaux se fait en fonction des risques présentés par l'emplacement du caniveau. Les caniveaux sont tels qu'ils puissent être facilement nettoyés notamment dans les locaux poussiéreux.

Sous-section 5.2.9.9. Vides de construction

Les conducteurs, câbles et conduits à poser dans les vides de construction sont conformes aux prescriptions des *sous-sections 5.2.7.3.* et *5.2.7.4.*

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale dans les vides de construction (des plafonds, planchers…).

Dans le cas de canalisations électriques placées sous conduits qui ne présentent pas la résistance mécanique nécessaire, ceux-ci sont protégés mécaniquement à tous les endroits où existent des risques de détérioration, comme par exemple à leur passage sur les gîtes.

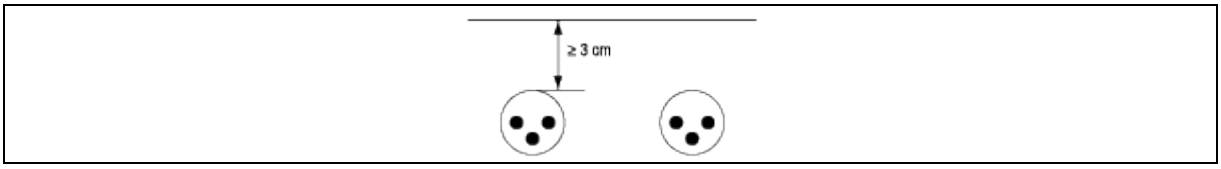
Sous-section 5.2.9.10. Pose en encastrement sans conduit

a. Canalisations électriques noyées dans le béton ou le ciment

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale noyés dans les parois, planchers et plafonds.

Les canalisations électriques noyées dans les parois, planchers et plafonds sont couvertes d'une couche de béton ou de ciment d'une épaisseur d'au moins 3 cm.

Figure 5.26. Pose en encastrement sans conduit dans le béton ou le ciment



b. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale noyés dans les murs des locaux.

Les canalisations électriques noyées sans conduit dans les murs des locaux répondent aux prescriptions suivantes:

- leur parcours ne comporte que des tracés horizontaux et verticaux, les tracés horizontaux dans un plafond étant perpendiculaires aux parois verticales;
- les parcours horizontaux se trouvent entre 25 et 35 cm du plancher ou du plafond et entre 25 et 35 cm également au-dessus de la face inférieure du linteau des fenêtres à condition que, dans ce cas, les canalisations électriques demeurent à 25 cm au moins sous le plafond;
- les parcours verticaux se trouvent le plus près possible d'un angle du local ou entre 10 et 20 cm des chambranles ou huisseries des portes;
- la pose hors du gabarit décrit ci-dessus se fasse à la verticale d'une machine ou appareil électrique visibles;
- elles ne soient soumises à aucune contrainte mécanique ni lors de la pose ni ultérieurement;
- elles soient fixées sans détérioration aux parois;
- l'épaisseur de l'enduit de revêtement ne soit pas inférieure à 0,4 cm.

Figure 5.27. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux

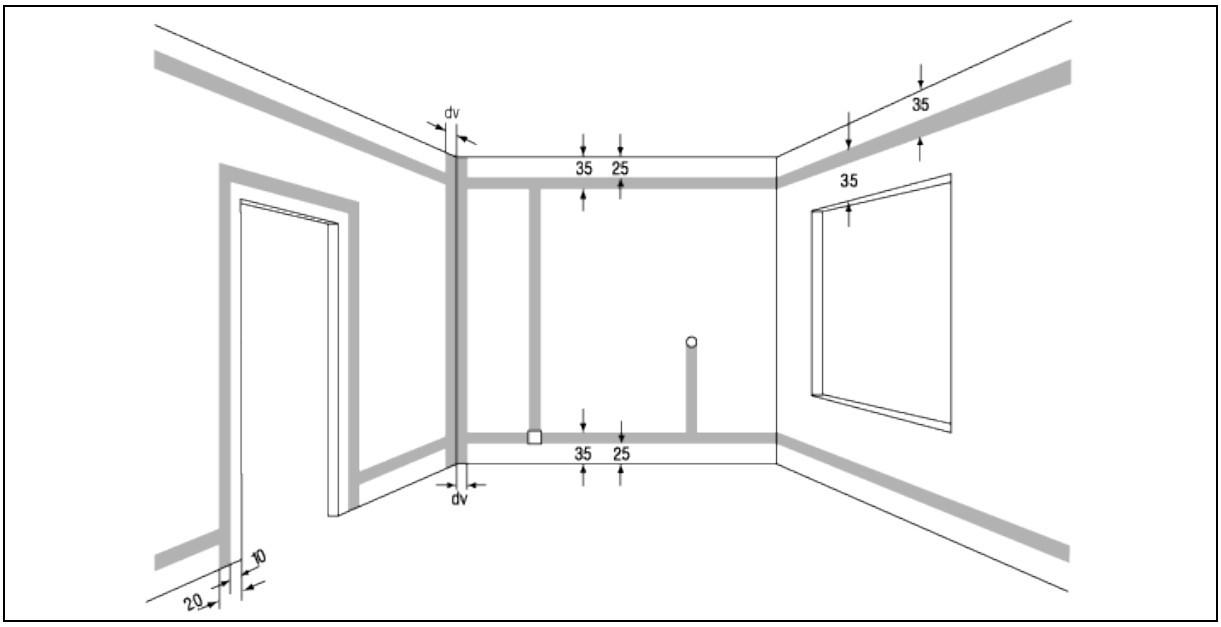
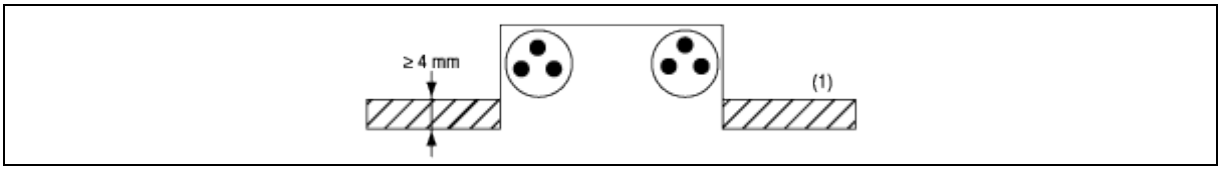


Figure 5.28. Coupe schématique d'une saignée



(1) Enduit de revêtement

Sous-section 5.2.9.11. Canalisations préfabriquées

a. Protection contre les contacts directs

Le degré de protection des canalisations préfabriquées est au moins égal à IPXX-B. Ces canalisations électriques sont conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

b. Emploi interdit

L'emploi de canalisations préfabriquées est interdit dans les salles d'eau.

Sous-section 5.2.9.12. Montage en fils parallèles sur isolateurs

a. Conditions d'emploi

La pose sur isolateurs est interdite dans les lieux domestiques.

Dans les autres lieux, le montage en fils parallèles sur isolateurs des canalisations électriques est autorisé partout où aucune protection mécanique n'est nécessaire, pour autant qu'aucune prescription du présent Livre ne s'y oppose et que:
- les isolateurs soient en matériaux incombustibles et non hygroscopiques;
- les canalisations électriques sans gaine ne touchent ni les parois des locaux, ni aucun des objets qui s'y trouvent à demeure.

Les canalisations électriques visées ci-dessus sont:
- soit en barres sous gaine, dans une enceinte ou des caniveaux clos;
- soit en tubes;
- soit des conducteurs nus ou isolés.

b. Pose

b.1. Conducteurs nus

Les conducteurs sous forme de fils ou câbles sont suffisamment tendus, sans que leur limite élastique ne soit atteinte.

La distance entre conducteurs de polarités différentes est de 10 cm pour une portée inférieure à 4 m et est majorée de 2 cm pour chaque mètre de portée supplémentaire.

La distance entre fils ou câbles et les parois et objets est de 10 cm; en cas de nécessité, une distance inférieure est admise si le risque de contact est exclu en raison du rapprochement des supports ou de l'interposition d'un isolant. Toutefois, une distance de 5 cm entre les conducteurs et les canalisations non électriques est observée.

b.2. Conducteurs en barres ou tubes

La distance entre conducteurs en barres ou tubes et les canalisations ou conduits électriques avoisinants est d'au moins 5 cm.

S'ils sont reliés à des conducteurs isolés, il est admis qu'en service normal la température de ces conducteurs excède sur une certaine longueur la valeur supportée par l'isolation; il est d'ailleurs recommandé de supprimer l'isolation sur cette longueur.

b.3. Conducteurs isolés

La distance entre supports isolants consécutifs est telle que:
- les conducteurs de polarités différentes sont écartés d'au moins 1,5 cm;
- le conducteur, en état de pose, est écarté des parois et des objets d'au moins 1 cm dans les conditions d'influences externes AD1 et AD2 (définies à la *section 2.10.3.*) et AE1 à AE3 (définies à la *section 2.10.4.)* ou de 2 cm dans les conditions d'influences externes AD3 à AD6 et AE4.

Les portées horizontales sont:
- inférieures à 1,20 m pour des conducteurs en cuivre de section inférieure ou égale à 10 mm^2;
- inférieures à 1,50 m pour des conducteurs en cuivre de section supérieure à 10 mm^2;
- plus grandes lorsqu'on peut sans inconvénient augmenter la flèche.

Sous-section 5.2.9.13. Canalisations et panneaux chauffants

a. Généralités

Dans les lieux domestiques et dans les lieux non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), les canalisations et panneaux chauffants peuvent être placés dans les murs, plafonds et planchers pour autant que l'épaisseur et la nature du recouvrement garantissent leur protection mécanique compte tenu des conditions de sollicitation.

b. Panneaux électriques chauffants

b.1. Définitions

Une installation de chauffage par panneaux noyés dans les parois, ci-après dénommée "installation de chauffage", est une installation de chauffage électrique dans laquelle l'élément chauffant est constitué par une série de conducteurs à deux dimensions ou de conducteurs linéaires disposés sur un support, formant des feuilles ou des panneaux minces qui dissipent la chaleur par leur propre résistance électrique et qui sont enrobés dans une paroi fixe constitutive de la construction. Une unité de chauffage comprend un ou plusieurs éléments de chauffage, à savoir, un panneau chauffant équipé de ses connexions à l'alimentation électrique (liaisons froides). Un équipement de chauffage comprend une unité de chauffage, son circuit d'alimentation et sa régulation.

b.2. Domaine d'application

Le *point b.* s'applique aux installations de chauffage intérieures des locaux domestiques et des locaux non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), placées dans les plafonds, les planchers et les sols. Ces installations de chauffage ne sont pas autorisées dans les faux plafonds des lieux humides et ces panneaux, dans aucun cas, ne peuvent être une partie constitutive de moquettes, tapis, peintures, papiers ou autres revêtements superficiels, dont les parties sous tension ne sont pas protégées mécaniquement de façon appropriée.

b.3. Exigences pour le matériel des installations de chauffage

Le matériel utilisé dans les installations de chauffage doit répondre aux dispositions des *sous-sections 1.4.2.1.*, *1.4.2.2.*, *5.1.1.1.* et *5.1.3.1.* En ce qui concerne les panneaux chauffants, ceux-ci sont conformes à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

b.4. Isolation électrique des panneaux chauffants

L'isolation électrique des panneaux chauffants est telle que la protection contre les contacts directs est assurée dans les conditions normales de service. Pour cette protection, les parties actives peuvent rester nues, à condition que la source soit de très basse tension de sécurité (TBTS) et que la tension entre parties actives ou autres parties et la terre ne soit pas supérieure à 25 V en courant alternatif ou 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

b.5. Incombustibilité du matériau d'isolation thermique

Le matériel d'isolation thermique utilisé, et qui est en contact avec l'installation de chauffage, est incombustible.

b.6. Dispositions applicables aux installations électriques de chauffage

L'installation électrique de chauffage répond aux dispositions applicables du présent Livre, notamment à la *sous-section 6.4.5.1.* et à ses dispositions concernant la très basse tension de sécurité (TBTS) si elle est utilisée. Les panneaux chauffants ne peuvent être mis en contact avec des surfaces pourvues d'aspérités métalliques.

b.7. Prévention de l'échauffement des matières à proximité des panneaux chauffants

La puissance par mètre carré des panneaux, l'isolation thermique, le recouvrement ainsi que les obstacles prévisibles à la transmission normale de la chaleur, tels que les luminaires, tapis, ..., ne peuvent pas entraîner d'échauffement dangereux des matières qui sont placées dans le voisinage des panneaux, tels les conducteurs d'autres circuits électriques, ni permettre de créer dans l'élément chauffant une température supérieure à 85°C ou toute autre température inférieure à 85°C, éventuellement recommandée par le fabricant de l'élément.

b.8. Tension nominale

La tension nominale d'alimentation des installations de chauffage ne peut excéder 400 V.

b.9. Exigence de protection mécanique du recouvrement des panneaux chauffants

La nature du recouvrement des panneaux chauffants est telle qu'elle garantit leur protection mécanique, compte tenu du type de panneau et des sollicitations auxquelles il est soumis. Pour les installations en planchers, ou dans les sols, autres que celles qui sont alimentées en TBTS, le recouvrement est constitué de béton d'épaisseur minimale de 30 mm.

b.10. Conditions de découpage et de placement des panneaux chauffants

Le découpage des panneaux chauffants et leur finition ne peuvent s'effectuer sur chantier. Ils sont réalisés, de même que leur installation, par une équipe dotée de l'équipement et des instructions adéquates, et placée sous la responsabilité du fabricant ou de l'importateur du matériel chauffant. Les extrémités des panneaux, qui ne sont pas scellées, sont isolées électriquement de façon soignée et durable. Le matériel d'isolation électrique utilisé à cette fin ou qui est en contact direct avec l'élément chauffant doit présenter, en régime continu et à la température maximale citée au *point b.7.*, les mêmes caractéristiques de sécurité que celles du reste de l'élément chauffant. La distance entre les bords des panneaux chauffants et les bords des plafonds, planchers ou sols dans lesquels ils sont noyés, doit être supérieure à 20 cm.

b.11. Conditions de placement des dispositifs de déconnexion

Au moins un dispositif de déconnection placé dans tous les pôles du circuit d'alimentation de l'unité de chauffage est prévu pour chaque local de superficie supérieure à 4 m², de façon à pouvoir isoler cette portion d'installation à des fins de vérification ou d'entretien. Ce dispositif doit être disposé à l'abri des intempéries et de l'eau qui pourrait recouvrir le sol. Il ne peut être constitué par une prise de courant, des capuchons isolants, et la connexion ne peut exiger l'usage d'un outil spécial comme pour la soudure ou le sertissage. L'accès à ce dispositif est prévu et il ne doit être rendu possible qu'avec un outil. Ce dispositif peut toutefois être constitué par des fusibles ou disjoncteurs placés dans un tableau de répartition et de manoeuvre si un circuit exclusivement dédié est utilisé.

b.12. Obligation de placement d'un dispositif de commande à coupure omnipolaire sur chaque canalisation électrique d'alimentation

Chaque canalisation électrique d'alimentation doit comporter un dispositif de commande à coupure omnipolaire. Ce dispositif peut être commun à plusieurs équipements. En outre, il est constitué par:
- soit un interrupteur placé à proximité de chaque équipement;
- soit un interrupteur commandant l'ensemble de l'installation et placé sur ou à proximité du tableau de répartition et de manoeuvre;
- soit un interrupteur commandant l'ensemble des équipements de chauffage d'un même niveau lorsque l'installation couvre plusieurs niveaux.

Un thermostat ne peut constituer le dispositif de commande que s'il possède une position de coupure omnipolaire. Lorsque le dispositif commande plusieurs équipements, il doit être repéré de façon appropriée.

b.13. Dispositifs de protection contre les contacts indirects

La protection contre les contacts indirects est assurée, soit par la TBTS, inférieure ou égale à 25 V en courant alternatif ou 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse, soit par l'installation d'un ou plusieurs dispositifs de protection à courant différentiel résiduel de haute sensibilité (30 mA) ou de moyenne sensibilité (100 mA) si la TBTS n'est pas appliquée. Dans les planchers ou les sols des locaux humides, cette dernière protection est complétée par un écran métallique mis à la terre, constitutif du panneau chauffant, ou constitué par un treillis métallique protégé contre la corrosion.

b.14. Affichage de la présence d'une installation de panneaux électriques chauffants

Dans les unités d'habitation où ce système de chauffage est installé, l'avis suivant doit au moins figurer sur le schéma unifilaire et le plan de position de l'installation électrique de l'unité d'habitation: "Les plafonds (planchers) de cette unité d'habitation sont équipés d'un système de chauffage électrique. Aucun travail ne peut y être effectué qui nuirait à l'isolement électrique de ce système, à sa tenue thermique (85° C) ou à sa tenue mécanique."

c. Canalisations chauffantes

c.1. Définitions

Une installation de chauffage par câbles noyés dans les parois, dénommée ci-après "installation de chauffage" est une installation électrique de chauffage dans laquelle l'élément chauffant est constitué par un réseau de câbles dissipant la chaleur par leur propre résistance électrique et

enrobés dans une paroi fixe constitutive de la construction. Une unité de chauffage comprend un ou plusieurs éléments de chauffage, à savoir, un conducteur ou câble chauffant équipé de ses connexions à l'alimentation électrique (liaisons froides). Un équipement de chauffage comprend une unité de chauffage, son circuit d'alimentation et sa régulation.

c.2. Domaine d'application
Le *point c.* s'applique aux installations de chauffage intérieures et extérieures des locaux domestiques et des locaux non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), placées dans les plafonds, les planchers et les sols.

c.3. Dispositions applicables au matériel

Le matériel utilisé dans les installations de chauffage doit répondre aux dispositions des *sous-sections 1.4.2.1., 1.4.2.2., 5.1.1.1.* et *5.1.3.1.* En ce qui concerne les câbles chauffants à basse tension, ceux-ci sont conformes à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

c.4. Exigences relatives à l'isolation électrique des canalisations chauffantes

L'isolation électrique des canalisations chauffantes est telle que la protection contre les contacts directs est assurée dans les conditions normales de service. Pour cette protection, les parties actives peuvent rester nues, à condition que la source soit de très basse tension de sécurité (TBTS) et que la tension entre parties actives ou autres parties et la terre ne soit pas supérieure à 25 V en courant alternatif ou 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

c.5. Incombustibilité du matériel d'isolation thermique
Le matériel d'isolation thermique utilisé, et qui est en contact avec l'installation de chauffage, est incombustible.

c.6. Dispositions applicables aux installations électriques de chauffage

L'installation électrique de chauffage répond aux dispositions applicables du présent Livre, notamment à la *sous-section 6.4.5.1.* et à ses dispositions concernant la très basse tension de sécurité (TBTS) si elle est utilisée.

c.7. Exigences relatives à l'intensité de courant admissible dans les canalisations chauffantes

L'intensité du courant admissible dans les canalisations chauffantes est telle que dans les conditions normales de service, même avec les thermostats hors circuit, elle ne cause jamais une température dangereuse pour la conservation des propriétés de leur isolation électrique, ou pour les matières ou circuits se trouvant dans leur voisinage.

c.8. Tension nominale

La tension nominale d'alimentation des installations de chauffage ne peut excéder 400 V.

c.9. Exigences relatives à la nature du recouvrement des canalisations chauffantes

La nature du recouvrement des canalisations chauffantes est telle qu'elle garantit leur protection mécanique, compte tenu du type de canalisation chauffante et des sollicitations auxquelles elle est soumise. Pour les installations en planchers, ou dans les sols, autres que celles qui sont alimentées en TBTS, le recouvrement est constitué de béton d'épaisseur minimale de 30 mm. Ce type de recouvrement est requis dans tous les planchers ou les sols de locaux extérieurs équipés de ce système de chauffage.

c.10. Exigence relative à la connexion de la canalisation chauffante à son alimentation

La connexion de la canalisations chauffante à son alimentation doit être noyée dans le revêtement et ne peut être située à moins de 20 cm du bord du plafond, du plancher ou du sol équipé.

c.11. Conditions de placement des dispositifs de déconnexion

Au moins un dispositif de déconnection placé dans tous les pôles du circuit d'alimentation de l'unité de chauffage est prévu pour chaque local de superficie supérieure à 4 m^2, de façon à pouvoir isoler cette portion d'installation à des fins de vérification ou d'entretien. Ce dispositif doit être disposé à l'abri des intempéries et de l'eau qui pourrait recouvrir le sol. Il ne peut être constitué par une prise de courant, des capuchons isolants, et la connexion ne peut exiger l'usage d'un outil spécial comme pour la soudure ou le sertissage. L'accès à ce dispositif est prévu et il ne doit être rendu possible qu'avec un outil. Ce dispositif peut toutefois être constitué par des fusibles ou disjoncteurs placés dans un tableau de répartition et de manoeuvre si un circuit exclusivement dédié est utilisé.

c.12. Obligation de placement d'un dispositif de commande à coupure omnipolaire sur chaque canalisation électrique d'alimentation

Chaque canalisation électrique d'alimentation doit comporter un dispositif de commande à coupure omnipolaire. Ce dispositif peut être commun à plusieurs équipements. En outre, il est constitué par:
- soit un interrupteur placé à proximité de chaque équipement;
- soit un interrupteur commandant l'ensemble de l'installation et placé sur ou à proximité du tableau de répartition et de manoeuvre;
- soit un interrupteur commandant l'ensemble des équipements de chauffage d'un même niveau lorsque l'installation couvre plusieurs niveaux.

Un thermostat ne peut constituer le dispositif de commande que s'il possède une position de coupure omnipolaire. Lorsque le dispositif commande plusieurs équipements, il doit être repéré de façon appropriée.

c.13. Dispositifs de protection contre les contacts indirects

La protection contre les contacts indirects est assurée, soit par la TBTS, inférieure ou égale à 25 V en courant alternatif ou 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse, soit par l'installation d'un ou plusieurs dispositifs de protection à courant différentiel résiduel de haute sensibilité (30 mA) ou de moyenne sensibilité (100 mA) quand la TBTS n'est pas appliquée. Dans les locaux extérieurs et dans les locaux intérieurs humides, cette dernière protection est complétée par un écran métallique mis à la terre, soit constitutif de la canalisation chauffante, soit constitué par un treillis métallique protégé contre la corrosion.

Sous-section 5.2.9.14. Règles spécifiques pour les installations extérieures

Le mode de pose des canalisations électriques à l'extérieur des bâtiments est conforme aux règles de l'art qui s'y rapportent compte tenu des conditions d'influences externes auxquelles elles sont soumises.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, imposer des modes de pose déterminés et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

Sous-section 5.2.9.15. Règles spécifiques pour les installations à très basse tension (TBT)

a. Généralités

Les généralités d'application pour les installations à basse tension, reprises à la *section 5.2.1.*, sont d'application.

b. Mode de pose

Les modes de pose de canalisations électriques prescrites pour la basse tension (voir *section 5.2.2.*) sont d'application. Ces prescriptions en fonction du mode de pose sont reprises à la *section 5.2.9.* à l'exception de celles reprises au:
- 1er alinéa de la *sous-section 5.2.9.5.;*
- 2ème alinéa de la *sous-section 5.2.9.9.*;
- *point b.* de la *sous-section 5.2.9.10;*

D'autre part, l'utilisation de canalisations préfabriquées est autorisée à la condition que, pour assurer la protection contre les chocs électriques par contacts directs, leur degré de protection soit au moins égal à IPXX-B.

c. Prescriptions complémentaires

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent autoriser, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, d'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance)

Section 5.3.1. Généralités

Ce Chapitre traite du choix et de la mise en œuvre de l'appareillage électrique relatif à la protection, à la commande, au sectionnement et à la surveillance; et ceci en tenant compte entre autre des influences externes, comme définies au *chapitre 2.10.*:

- AA – température ambiante;
- AD – présence d'eau;
- AE – présence de corps solides étrangers;
- AF – présence de substances corrosives ou polluantes;
- AG – contraintes mécaniques dues aux chocs;
- AH – contraintes mécaniques dues aux vibrations;
- AK – présence de flore et/ou moisissure et AL – présence de faune;
- AM – influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes et AN – rayonnements solaires;
- BA – compétence des personnes;
- BB – état du corps humain;
- BC – contact des personnes avec le potentiel de terre;
- BD – possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence;
- BE – nature des matières traitées ou entreposées;
- CA – matériaux de construction;
- CB – structure des bâtiments.

Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes

Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les machines et appareils électriques sont choisis et mis en œuvre, suivant les dispositions du *tableau 5.2.* en tenant compte des températures existant dans les lieux où ils sont utilisés.

Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante

Code	*Température ambiante*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
AA1	−60°C à +5°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées
AA2	−40°C à +5°C	
AA3	−25°C à +5°C	
AA4	−5°C à +40°C	Normal
AA5	+5°C à +40°C	
AA6	+5°C à +60°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées

Pour des matériels particuliers, il peut être tenu compte des températures mentionnées dans le *tableau 5.3.*

Tableau 5.3. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante

Code	*Température*	*Caractéristique du matériel et mise en œuvre*
AA7	−15 °C à +25 °C	Matériel normal pour extérieur
AA8	−5 °C à +30 °C	Matériel normal pour locaux habituellement chauffés.

Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de liquides est déterminé selon la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.4.*

Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Degré de protection*
AD1	Négligeable	IPX0

AD2	temporairement humides	IPX1
AD3	Humides	IPX3
AD4	Mouillés	IPX4
AD5	Arrosés	IPX5
AD6	paquets d'eau	IPX6
AD7	Immergés	IPX7
AD8	Submergés	IPX8

Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de corps solides étrangers est déterminé selon les normes conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.5*.

Tableau 5.5. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Code	***Corps solides étrangers***		***Degré de protection***
AE1	Grande dimension		IP2X ou IP0X selon qu'un degré de protection est ou n'est pas imposé contre les dangers d'un contact direct
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm		IP3X
AE3	Plus petite dimension 1 mm		IP4X
AE4	Poussières	Pouvant y pénétrer	IP5X
		Etanchéité nécessaire	IP6X

Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité ou la nature des agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1) sur les machines et appareils électriques, ceux-ci sont conformes aux règles de l'art pour les conditions usuelles d'emploi.

En présence d'agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), les machines et appareils électriques sont conçus et réalisés de telle manière qu'ils subissent avec succès l'essai au brouillard salin, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action intermittente ou s'ils peuvent être soumis à une action accidentelle de produits chimiques (AF3), les machines et appareils électriques sont conçus et fabriqués de telle manière qu'ils satisfont à un essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action permanente de produits chimiques (AF4), les machines et appareils électriques sont spécialement étudiés ou leur revêtement protecteur spécialement approprié en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, des conditions particulières en la matière et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Si l'influence externe est de la classe AG1, les machines et appareils électriques peuvent être du type domestique conforme soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Si l'influence externe est de la classe AG2 ou AG3, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux contraintes prévisibles.

Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les machines et appareils électriques sont soumis à des vibrations qui sont définies par les règles de l'art comme moyennes ou importantes (AH2 ou AH3), ils sont spécialement étudiés ou des dispositions spéciales sont prises à leur égard.

Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore et/ou moisissures dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales. Le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures éventuelles de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune, telles que nettoyage, emploi de pesticides...

Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Des mesures de protection spéciales, reprises ci-après, sont éventuellement utilisées.

Contre les courants vagabonds (AM2):
- isolation renforcée;
- revêtements protecteurs spéciaux;
- protection cathodique;
- équipotentialité supplémentaire.

Contre les influences électromagnétiques (AM3) ou ionisantes (AM4):
- éloignement des sources de rayonnement;
- interposition d'écrans;
- enveloppes en matériaux spéciaux.

Contre les influences électrostatiques (AM5):
- écran mis à la terre;
- réduction de la résistance superficielle des matières isolantes;
- équipotentialité supplémentaire;
- disposition d'emplacements non conducteurs.

Contre les courants induits (AM6):
- éloignement des sources de courant induit;
- interposition d'écrans.

Contre les rayonnements solaires susceptibles de nuire au matériel électrique (AN2):
- matériaux résistant aux rayons ultraviolets;
- revêtements de couleur spéciale;
- interposition d'écrans.

Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA)

Le choix des machines et appareils électriques tient compte des dispositions du *tableau 5.6*.

Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BA1	Ordinaires	Normal
BA2	Enfants	Matériel de degré de protection supérieur à IPXX-B
BA3	Handicapés	Inaccessibilité des matériels dont les températures des surfaces extérieures sont supérieures à 80 °C
BA4	Averties	Matériel non protégé contre les contacts directs admis
BA5	Qualifiées	

Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BB, en fonction de l'état du corps humain; en tenant compte des dispositions du *tableau 5.7*.

Tableau 5.7. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	Normal
BB2	Peau mouillée	Mesures de protection appropriées
BB3	Peau immergée dans l'eau	

Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BC, en fonction de la fréquence des contacts des personnes avec le potentiel de terre; la classe du matériel sera choisie suivant les dispositions du *tableau 5.8.*

Tableau 5.8. Choix des machines et appareils électriques en fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Code	*Classes de contacts*	*Classes de matériels*			
		0-0I	*I*	*II*	*III*
BC1	Nuls	A	A	A	A
BC2	Faibles	A	A	A	A
BC3	Fréquents	+	A	A	A
BC4	Continus	+	(1)	(1)	(2)

A: matériels admis
+: matériels interdits
(1) suivant la mesure de protection, par séparation de sécurité des circuits, limitée à un seul appareil par transformateur
(2) suivant la mesure de protection par très basse tension de sécurité

Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BE, en fonction de la nature des matières traitées ou entreposées:
- BE2 risque d'incendie: *sections 4.3.3. et 5.2.7.*;
- BE3 risque d'explosion: *chapitre 7.102.*;
- BE4 risque de contamination: *section 4.6.3.*

Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA)

Si l'influence externe est CA2, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles; il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3.*

Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB)

Si l'influence externe est CB2, CB3 ou CB4, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles. Pour CB2, il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3.*

Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure

Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité

a. Sectionnement

a.1. Généralités

Des dispositifs sont prévus pour permettre le sectionnement de tout ou partie de l'installation électrique en vue de l'entretien, de la vérification et de la localisation des défauts et des réparations. Ces dispositifs coupent tous les conducteurs actifs y compris le neutre, excepté:
- dans le schéma TN-C où il est interdit de couper le conducteur PEN,
- dans le schéma TN-S où il est permis de ne pas couper le conducteur neutre,
- dans le schéma TT, où la coupure du conducteur neutre est réalisée dans les conditions décrites au dernier alinéa de *4.2.3.4.c.4.*

a.2. Sectionnement en amont et en aval des transformateurs haute tension / basse tension

Les raccordements à tout transformateur haute tension / basse tension sont pourvus tant en amont qu'en aval, des dispositifs de sectionnement conformes aux normes y relatives homologuées par le

Roi ou enregistrées par le NBN ou répondant à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Cette prescription ne s'applique pas:
- au transformateur formant groupe avec une autre machine ou appareil électrique. Dans ce cas, les dispositifs de sectionnement entre le transformateur et la machine ou appareil électrique avec lequel ils forment groupe peuvent être supprimés;
- aux transformateurs des appareils de mesure;
- au secondaire des transformateurs alimentant des lampes à décharge et des transformateurs d'une puissance ne dépassant pas 500 VA.

Dans le cas de transformateurs appelés à fonctionner en parallèle et dont les neutres sont reliés entre eux et non mis à la terre, les dispositifs de sectionnement coupent simultanément le neutre et les phases.

a.3. Choix et caractéristiques du matériel

Les dispositifs à semi-conducteurs ne sont pas utilisés pour assurer le sectionnement.

1. En basse tension et en très basse tension, l'un des dispositifs suivants est utilisé:
   - sectionneurs multipolaires ou unipolaires;
   - prises de courant;
   - éléments de remplacement des coupe-circuit à fusibles;
   - barrettes de sectionnement;
   - bornes spécialement conçues ne nécessitant pas le déplacement d'un conducteur;
   - les interrupteurs-sectionneurs qui sont assimilés à des sectionneurs s'ils satisfont aux conditions de la norme homologuée par le Roi, relative aux sectionneurs à basse tension dans l'air ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - les disjoncteurs et les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel s'ils satisfont aux conditions concernant la fonction de sectionnement de la norme homologuée par le Roi qui leur est relative ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - les parties débrochables et les parties amovibles des ensembles d'appareillage montés en usines si elles satisfont aux conditions de la norme homologuée par le Roi, relative aux ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - systèmes automatiques de sectionnement qui assurent le découplage entre le réseau de distribution et une source autonome qui ne fait pas partie du réseau de distribution et qui peut fonctionner en parallèle avec ce réseau.
2. En basse et en très basse tension, si les dispositifs dont question sous *1.* ne sont pas appliqués, la distance entre pièces nues sous tension est de 9 mm.
   Dans ce cas, les moyens permettant de réaliser cette distance sont mis en œuvre de façon sûre par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).
3. Si la fréquence d'utilisation est différente de la fréquence industrielle conformément à la norme y relative homologuée par le Roi, les distances adaptées conformément aux règles de l'art seront d'application.

a.4. Mise en œuvre des moyens complémentaires

En très basse tension et en basse tension, les dispositifs sont conçus et installés de manière à ne pas pouvoir être refermés intempestivement sous l'effet de chocs prévisibles.

En outre, des mesures sont prises pour empêcher toute remise sous tension intempestive du matériel tant que des personnes y travaillent; ces mesures sont réalisées par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) et peuvent être:
- le verrouillage par serrure ou par cadenas;
- le placement de pancartes;
- le placement dans un local fermant à clé;
- la mise en court-circuit et à la terre des parties actives.

D'autres mesures sont également prises, si nécessaire, pour:
- assurer la décharge de toute énergie capacitive;
- éviter le retour de tension lorsque l'installation est alimentée par plusieurs sources.

Cette dernière condition est satisfaite, dans le cas de sources autonomes ne faisant pas partie d'un réseau de distribution et pouvant travailler en parallèle avec ce réseau pour autant que celles-ci, sans préjudice de *6.4.1.* et de *6.4.6.2.*, répondent aux exigences suivantes:

- il y a lieu de prévoir une coupure de sécurité verrouillable, accessible au gestionnaire du réseau de distribution. Le mécanisme doit fonctionner sur base d'une protection de découplage qui commande le découplage en cas de variation anormale de la tension et/ou de la fréquence.
- pour des sources autonomes d'une puissance maximale AC inférieure ou égale à 30 kVA, on peut prévoir comme solution alternative un système automatique de sectionnement qui répond aux conditions suivantes:
  1. être constitué de deux éléments placés en série assurant chacun le découplage entre le circuit et le réseau de distribution. Un des éléments garantit la séparation physique au moyen d'un interrupteur-sectionneur omnipolaire automatique; le second élément pouvant être, en dérogation du premier alinéa de *a.3.*, un système de sectionnement électronique;
  2. assurer une coupure galvanique intervenant en moins de 5 secondes lorsque l'alimentation du réseau est déconnectée ou disparaît ;

b. Coupure pour entretien mécanique

b.1. Généralités

La coupure pour entretien mécanique est destinée à couper l'alimentation des parties de matériel alimentées en énergie électrique, de façon à éviter les accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

b.2. Choix du matériel

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont de préférence disposés dans le circuit principal d'alimentation. Ils ne coupent pas nécessairement tous les conducteurs actifs d'alimentation. Toutefois, l'interruption du circuit de commande est admise lorsqu'une sécurité supplémentaire fournit une condition équivalente à la coupure de l'alimentation principale ou lorsque les spécifications correspondantes le permettent.

La coupure pour entretien mécanique peut par exemple être réalisée au moyen de:

- interrupteurs multipolaires
- disjoncteurs
- auxiliaires de commande
- prises de courant.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique ou les auxiliaires de commande correspondants sont à commande manuelle et ont une coupure visible de l'extérieur ou une position clairement et sûrement indiquée. L'indication de cette position doit apparaître seulement lorsque la position «ARRÊT» ou «OUVERT» a été atteinte sur chaque pôle. Des positions supplémentaires, par exemple «MARCHE», «ESSAIS», «DÉCLENCHÉ», peuvent être prévues pourvu qu'elles soient clairement repérées.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont conçus ou installés de façon à empêcher toute refermeture intempestive, par exemple par des chocs ou des vibrations.

Le sectionnement constitue aussi un dispositif valable.

c. Coupure électrique d'urgence

c.1 Généralités

Les moyens de coupure électrique d'urgence sont prévus pour toute partie d'installation pour laquelle il peut être nécessaire de couper l'alimentation afin de supprimer un danger. Lorsque ce danger est représenté par un mouvement, le dispositif est appelé «arrêt d'urgence».

Une coupure électrique d'urgence et/ou un dispositif d'arrêt d'urgence peuvent être prévus dans diverses applications et ce, conformément aux règles de l'art existant en la matière.

Ces dispositifs de coupure électrique d'urgence y compris ceux d'arrêt d'urgence sont placés de manière à être facilement reconnaissables et rapidement accessibles.

c.2 Choix et caractéristiques du matériel

En très basse tension et en basse tension, les moyens de coupure électrique d'urgence, y compris les moyens d'arrêt d'urgence, sont capables de couper le courant de pleine charge de la partie correspondante d'installation, y compris les courants de moteurs calés éventuels. Ils peuvent être constitués:

- d'un simple dispositif de coupure coupant directement l'alimentation principale;

- d'une combinaison de plusieurs appareils mis en œuvre par une seule action et produisant la suppression du danger par coupure de l'alimentation de la partie correspondante d'installation; elle peut comprendre le maintien de l'alimentation pour le freinage électrique. Exemples:
  - interrupteurs du circuit principal;
  - boutons poussoirs et analogues dans les circuits de commande.

Les dispositifs à commande manuelle sont de préférence choisis pour la coupure directe du circuit principal.

Les contacteurs, actionnés par commande à distance, s'ouvrent par coupure de l'alimentation des bobines ou par d'autres techniques présentant une sûreté équivalente.

Les moyens de commande (poignées, boutons poussoirs...) des dispositifs doivent être clairement identifiés, si possible par la couleur rouge contrastant avec la couleur du fond.

Les dispositifs de coupure électrique d'urgence sont verrouillables (électriquement ou mécaniquement) dans la position de coupure ou d'arrêt. Des dispositifs non verrouillables sont acceptables lorsque le dispositif et les moyens de démarrage sont tous les deux sous la surveillance d'une seule et même personne. Selon les besoins, cette surveillance est permanente.

Sous-section 5.3.3.2. Commande fonctionnelle

a. Généralités

Un dispositif de commande est placé en amont de machines, appareils ou canalisations électriques dont on peut être appelé à établir ou à interrompre l'alimentation indépendamment des autres parties de l'installation.

b. Choix du dispositif de commande

En très basse tension et en basse tension, les dispositifs ci-après peuvent être utilisés s'ils sont conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes:

- prises de courant d'une intensité maximale de 16 A pour une tension de service égale ou inférieure à 500 V en courant alternatif et 250 V en courant continu;
- interrupteurs;
- disjoncteurs;
- contacteurs;
- auxiliaires de commandes;
- dispositifs électroniques.

c. Coupure des conducteurs

Si des dangers ne peuvent en résulter, il est permis de ne pas couper tous les conducteurs actifs.

Sauf pour l'exécution des mesures, un dispositif de commande unipolaire n'est pas placé sur le conducteur neutre.

Les dispositifs de commande assurant la permutation de sources d'alimentation intéressent tous les conducteurs actifs et ne mettent pas intempestivement en parallèle les sources.

Toutefois, dans les installations TN, le conducteur neutre peut ne pas être coupé si les neutres des deux sources sont reliés à la même prise de terre.

d. Emplacement

En particulier, tout appareil d'utilisation ou machine électrique est manœuvré par un dispositif de commande.

Ce dispositif est nécessaire même lorsque le fonctionnement de la machine électrique ou de l'appareil d'utilisation électrique est dépendant d'un relais, d'un thermostat ou de tout autre organe analogue.

Toutefois, il est admis:

- qu'un même dispositif commande plusieurs machines ou appareils électriques dont le fonctionnement est simultané;
- qu'un dispositif de commande sur le circuit d'alimentation d'une machine ou d'un appareil électrique ne soit pas prévu si cette machine ou cet appareil comportent eux-mêmes un interrupteur général;
- qu'un tel dispositif ne soit pas requis pour un appareil domestique comportant plusieurs éléments, chauffants ou non, commandés chacun par un interrupteur.

e. Dispositifs de commande

En plus des dispositions prévues ci-avant, les moteurs sont munis, d'après les règles de l'art, des dispositifs appropriés de commande si leur démarrage sans ces dispositifs perturbe anormalement le fonctionnement des autres utilisations.

Sauf pour des raisons prépondérantes de sécurité, les dispositifs de commande des moteurs sont tels qu'après un arrêt, soit empêchée la réalimentation automatique des moteurs dont le redémarrage est alors susceptible de provoquer un danger pour les personnes.

f. Circuits de commande

Les circuits de commande sont conçus et réalisés de manière à ne pas compromettre la sécurité des personnes et la protection efficace du matériel contre les conséquences d'un défaut d'appareillage.

Ils sont notamment conçus et disposés de manière à limiter les risques résultant d'un contact accidentel d'un ou plusieurs points de circuit de commande à la masse (ou à la terre) susceptible de provoquer une mise en marche intempestive ou d'empêcher l'arrêt de la machine ou de l'appareil électrique commandés.

Sous-section 5.3.3.3. Fonctions simultanées

Les fonctions de coupure de sécurité et de commande fonctionnelle peuvent être réunies en tout ou en partie dans un même dispositif pour autant que toutes les conditions prévues pour chaque fonction soient respectées.

Sous-section 5.3.3.4. Prescriptions applicables aux prises de courant

Les prises de courant dont le courant nominal est égal ou supérieur à 16 A, et la tension nominale du circuit supérieure à 500 V en courant alternatif et 50 V en courant continu, ou dont le courant nominal est égal ou supérieur à 32 A doivent, soit:
- présenter un pouvoir de coupure et une durée de vie conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme;
- être munies d'un dispositif de verrouillage mécanique ou électrique empêchant l'introduction ou l'extraction de la fiche sous tension.

Cette prescription ne s'applique pas aux prises et fiches de synchronisation de voltmètres ou d'appareils de mesure.

Le degré de protection des socles de prises de courant est d'au moins IPXX-B.

Sous-section 5.3.3.5. Dispositifs à refermeture automatique pour disjoncteurs et dispositifs de protection à courant différentiel

a. Généralités

Les dispositifs à refermeture automatique sont prévus pour refermer des dispositifs de protection (disjoncteur et dispositif de protection à courant différentiel) après un déclenchement par un défaut, afin de rétablir la continuité de service.

Les dispositifs à refermeture automatique sont conformes:
- soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne;
- soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Ils sont installés et utilisés conformément aux prescriptions du fabricant, avec des dispositifs de protection adéquats.

Le dispositif à refermeture automatique doit répondre aux exigences particulières suivantes:
- le dispositif à refermeture automatique peut être uniquement couplé à un dispositif de protection à courant différentiel;
- le dispositif à refermeture automatique doit pouvoir être neutralisé en cas de travaux sur l'installation électrique ou en cas de fonctionnement manuel du dispositif de protection (mode activation/désactivation et verrouillage mécanique);
- le dispositif à refermeture automatique doit être équipé d'une signalisation de son état (fonctionnement et défaut);

- seul un dispositif à refermeture automatique avec évaluation avant réenclenchement est autorisé;
- le dispositif à refermeture automatique ne peut pas s'enclencher lorsque le dispositif de protection a été déclenché manuellement;
- maximum trois tentatives consécutives de refermeture automatique durant le temps de remise à zéro du dispositif à refermeture automatique dans les conditions de défaut sont autorisées;
- le dispositif à refermeture automatique ne peut pas posséder de paramètres modifiables par l'utilisateur;
- le dispositif à refermeture automatique ne peut pas être couplé au dispositif de protection à courant différentiel mentionné au *point c.* de la *sous-section 4.2.4.3.*

b. Prescriptions particulières

Pour les lieux où la présence de personnes n'est pas habituelle (locaux techniques pour équipements de télécommunication ou d'informations routières, locaux serveurs, passage à niveau automatique …) et en dérogation aux exigences particulières du 4ème alinéa du *point a.* de la *sous-section 5.3.3.5.*, il est autorisé pour les installations non-domestiques:

- d'installer un dispositif à refermeture automatique couplé à un disjoncteur adéquat; et/ou
- d'installer un dispositif à refermeture automatique dont les paramètres peuvent être modifiés par l'utilisateur.

Pour les installations dans des lieux à danger d'incendie accru, l'utilisation du dispositif à refermeture automatique des dispositifs de protection (disjoncteur et dispositif de protection à courant différentiel), suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas pour le dispositif à refermeture automatique couplé à un disjoncteur:

- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22 d'un lieu BE3; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique du dispositif de protection tient compte de la température de sécurité du matériel électrique.

c. Repérages

La présence d'un dispositif à refermeture automatique dans un tableau de répartition et de manœuvre doit être indiquée par une étiquette à placer près du dispositif à refermeture automatique. Elle mentionne : *"Avertissement: avant tout accès aux parties actives, désactiver la fonction de refermeture automatique et déclencher le dispositif de protection associé."*

Les circuits concernés doivent être clairement repérés.

Le schéma des circuits doit mentionner la présence de dispositifs à refermeture automatique.

Section 5.3.4. Appareils d'utilisation

Sous-section 5.3.4.1. Appareils électrodomestiques

Est interdite l'utilisation des appareils électrodomestiques qui ne sont pas conformes aux prescriptions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Sous-section 5.3.4.2. Appareils d'éclairage

a. Appareils d'éclairage intérieurs

Les appareils d'éclairage intérieurs ne peuvent pas être alimentés à une tension supérieure à 250 V.

b. Appareils d'éclairage extérieurs

Les pièces servant à l'introduction des conducteurs dans les appareils d'éclairage extérieurs sont conditionnées et disposées de manière à ne pas endommager la gaine isolante des conducteurs et à empêcher l'humidité d'atteindre les douilles.

c. Fixation des appareils

Les appareils d'éclairage sont fixés de façon que des rotations renouvelées dans le même sens (par exemple au cours de nettoyage), ne puissent entraîner la chute des appareils ni endommager l'isolant des conducteurs.

d. Appareils suspendus

Sauf pour les exceptions citées dans cette sous-section, lorsque les appareils sont suspendus, leur fixation est, en outre, réalisée de telle manière que:

- la suspension ne soit pas assurée par l'intermédiaire des conducteurs d'alimentation;

- une pièce isolante sépare les parties métalliques de l'appareil de son support si l'appareil n'est pas de la classe I.

Toutefois, les conducteurs peuvent en même temps servir de fils de suspension si les connexions aux lampes, aux lanternes ou aux rosaces de plafond ne sont soumises à aucun effort de traction et que la masse de l'appareil suspendu n'excède pas 5 kg. En outre, la traction dans l'âme du conducteur ne dépasse pas 15 N/mm². L'utilisation d'un nœud de la canalisation électrique d'alimentation est interdite comme moyen d'arrêt de traction.

Les appareils d'éclairage suspendus sont disposés de telle manière que les conducteurs ne puissent être détériorés ni par la rotation ni par aucun autre déplacement de ces appareils.

e. Appareils d'éclairage avec douilles

e.1. Choix des douilles

Les douilles sont choisies en tenant compte du courant ainsi que de la puissance absorbée par les lampes dont l'usage est prévu.

Les douilles à vis, qui présentent des parties actives accessibles ou qui permettent le contact direct avec les culots des lampes lorsque celles-ci sont en place, ne peuvent être utilisées dans des appareils ouverts que si ceux-ci sont hors de portée de la main de l'utilisateur. Dans tous les autres cas, elles sont employées dans des appareils d'éclairage ne pouvant être ouverts sans l'aide d'un outil.

Les douilles dotées d'un interrupteur ne sont admises que si elles comportent une enveloppe isolante.

Les douilles dotées d'interrupteurs à tirette ne sont admises que si le fonctionnement de l'interrupteur est assuré au moyen, soit d'un cordon isolant, soit d'une chaînette métallique reliée au mécanisme par l'intermédiaire d'une partie isolante: cette chaînette ne doit pas pouvoir entrer en contact avec les parties actives de la douille.

e.2. Canalisation électriques

Il est interdit de fixer des canalisations électriques aux appareils d'éclairage en utilisant des attaches métalliques susceptibles de blesser leur isolement. Des pièces de protection spéciales en matière isolante sont disposées aux endroits où l'isolement des canalisations électriques pourrait être blessé.

Les canaux pratiqués dans les appareils d'éclairage, pour le tirage des canalisations électriques, sont conditionnés de telle sorte que celui-ci puisse s'y effectuer aisément et sans que la gaine isolante des canalisations électriques ne soit blessée.

e.3. Dérivations

Les dérivations à l'intérieur des appareils d'éclairage sont autant que possible groupées en un même point.

e.4. Socles

Toutes les pièces sous tension des appareils d'éclairage sont montées sur des socles en matière isolante, incombustible et non hygroscopique.

f. Lampes baladeuses

Etant donné leur application dans des circonstances les plus diverses au point de vue des influences externes, la tension d'alimentation aux bornes de la prise de courant de la lampe baladeuse est limitée aux valeurs maximales suivantes:

- en basse tension à 250 V pour l'association des influences externes:
  BB1/BC1 ou BC2;
- en très basse tension de sécurité à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB1/BC3 ou BC4; BB2/BC1 ou BC2 ou BC3; BB3/BC1 ou BC2;
- en très basse tension de sécurité à 12 V en courant alternatif, 18 V en courant continu non lisse ou 30 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB2/BC4; BB3/BC3
- en très basse tension de sécurité à 6 V en courant alternatif, 12 V en courant continu non lisse ou 18 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB3/BC4.

Les lampes baladeuses alimentées en basse tension sont de classe I ou II.

g. Système d'alimentation électrique par rail pour luminaires

Les rails des systèmes d'alimentation électrique pour luminaires sont installés de telle façon que leur ouverture ne soit pas dirigée vers le haut. Un ou des interrupteurs judicieusement placés permettent de couper l'alimentation du rail sur toute son étendue.

Dans les lieux domestiques et dans ceux qui sont spécialement destinés aux enfants (BA2), ces rails sont installés à plus de 2 m du sol.

h. Lampes à décharge alimentées par transformateurs, convertisseurs ou onduleurs

h.1. Domaine d'application

Ce *point h.* s'applique aux lampes à décharge qui ne font pas partie des installations d'éclairage public et qui sont alimentées par un transformateur, convertisseur ou onduleur dont la tension de sortie à vide assignée est supérieure à 1 kV mais ne dépasse pas 10 kV.

h.2. Installations fixes

- *Circuit d'alimentation*
  Les lampes à décharge sont alimentées par un circuit à basse tension spécial issu du tableau de distribution principal ou d'un tableau de répartition auxiliaire. Ce circuit spécial est pourvu d'un interrupteur omnipolaire dit «interrupteur normal» commandant l'appareillage auxiliaire des lampes à décharge, lequel comprend les transformateurs, convertisseurs ou onduleurs. Tout autre interrupteur dans ce circuit est également omnipolaire.

- *Transformateurs, convertisseurs ou onduleurs*
  L'emploi d'autotransformateurs pour l'alimentation des lampes à décharge est interdit. Les transformateurs, convertisseurs ou onduleurs sont conformes aux prescriptions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

- *Dispositif de sectionnement du circuit primaire*
  Le circuit primaire de chaque transformateur, convertisseur ou onduleur ou groupe de transformateurs, convertisseurs ou onduleurs est pourvu, selon le cas, d'un dispositif de sectionnement décrit ci-après.

  - Installations extérieures
    - Un interrupteur omnipolaire de secours, dit "interrupteur pompier", est placé à l'extérieur, à front de rue ou de passage, et de préférence sur le mur de façade, à une hauteur comprise entre 3 et 4 m du sol et au plus à 5 m de distance horizontale de l'extrémité la plus voisine des lampes.
    - Cet interrupteur est placé dans une enveloppe disposant d'un degré de protection d'au moins IP54.
    - Cette enveloppe est solidement fixée à un emplacement facilement accessible. On évitera de placer les interrupteurs au-dessus d'une fenêtre ou d'une porte. La manœuvre de cet interrupteur s'effectue aisément du sol au moyen d'un équipement de travail adapté.
    - Une lampe témoin, alimentée par le circuit primaire du transformateur, convertisseur ou onduleur ou du groupe de transformateurs, convertisseurs ou onduleurs, est placée dans cette enveloppe derrière une fenêtre en matière transparente. Cette lampe est allumée quand les bornes primaires du transformateur, convertisseur ou onduleur ou du groupe de transformateurs, convertisseurs ou onduleurs sont sous tension. Elle donne à travers la fenêtre une lumière rouge clairement visible du sol.
    - Si l'enveloppe est métallique, sa masse est mise à la terre.

  - Installations intérieures
    Un interrupteur omnipolaire est placé dans le voisinage des lampes à décharge ou sur le tableau d'allumage du local dans lequel sont installées des lampes. Cet interrupteur est repéré par l'indication «néon».

- *Logement de l'appareillage auxiliaire*
  L'appareillage auxiliaire à haute tension des lampes à décharge est:
  - soit installé à une distance suffisante de tous objets ou de toutes parties de bâtiment dont il pourrait compromettre la conservation;
  - soit séparé de ces objets ou parties de bâtiment à l'aide d'un écran thermiquement isolant.

Si l'appareillage auxiliaire à haute tension des lampes à décharges est situé à l'intérieur des bâtiments, il est placé soit dans un local séparé du reste de l'installation et inaccessible à toute personne non autorisée, soit dans un ou plusieurs tableaux de manœuvre et de répartition en matériau incombustible.
Si l'appareillage auxiliaire est situé à l'extérieur des bâtiments, l'ensemble présente un degré de protection d'au moins IP44.

– *Canalisations électriques*
Il est interdit d'utiliser la terre ou une charpente métallique comme conducteur de courant.
Pour relier les transformateurs, convertisseurs ou onduleurs aux électrodes terminales des lampes ou aux douilles, ainsi que pour relier entre elles les électrodes ou les douilles intermédiaires, il est fait usage de types de conducteurs prévus pour une tension nominale au moins égale à la tension à vide des transformateurs, convertisseurs ou onduleurs.

– *Protection contre les contacts directs et indirects*
- La protection contre les contacts indirects sera réalisée par une liaison équipotentielle entre les parties métalliques de l'installation fixe des lampes à décharge, à l'exception des clips et des colliers de fixation des câbles et des tubes. Cette liaison équipotentielle sera mise à la terre via un conducteur de protection.
- L'ouverture des enveloppes des transformateurs et de l'appareillage auxiliaire à haute tension des lampes à décharge ne peut être possible qu'à l'aide d'un outil.
- Les circuits haute tension alimentés par des transformateurs, convertisseurs ou onduleurs, doivent être protégés par un système de protection contre les défauts d'isolement à la terre. Ce système supprime la tension de sortie en coupant l'alimentation du transformateur, convertisseur ou onduleur. Pour ce faire, une détection appropriée, située dans le circuit secondaire et interrompant l'alimentation du transformateur, convertisseur ou onduleur, est réalisée.
  - En cas de défaut d'isolement à la terre, le courant de fonctionnement de la détection ne peut dépasser 25 mA, son temps de déclenchement ne peut dépasser 200 ms et la tension aux bornes du détecteur ne peut dépasser 50 V.
  - Si l'installation comprend un clignoteur, l'alimentation du système de protection et du système de réarmement doit être raccordée en amont du clignoteur.
  - Le système de protection contre les défauts d'isolement à la terre est construit de manière telle qu'il ne soit pas possible de le rendre inopérant. Si tel n'est pas le cas, un dispositif doit être prévu pour permettre à la personne visée à la *section 6.4.1.* et chargée de faire le contrôle de conformité avant la mise en usage, d'apposer un scellé assurant l'inviolabilité du système de protection.
- Pour les connexions situées dans le volume d'accessibilité au toucher, les connexions haute tension doivent être munies d'une protection supplémentaire offrant un degré de protection d'au moins IPXX-B. Ce degré de protection doit être maintenu même si une partie accessible d'un tube est cassée; si tel n'est pas le cas, les circuits haute tension doivent être équipés d'un système de protection entrant en fonction lors de l'ouverture des circuits secondaires.
Pour les connexions situées en dehors du volume d'accessibilité au toucher, les connexions haute tension doivent être soit munies d'une protection supplémentaire offrant un degré de protection d'au moins IPXX-B soit être protégées par un système de protection entrant en fonction lors de l'ouverture des circuits secondaires.
Exigences relatives au système de protection entrant en fonction lors de l'ouverture de circuits secondaires haute tension:
Dans l'éventualité où un circuit ouvert apparaît dans le circuit haut tension, le système de protection contre l'ouverture du circuit secondaire interrompt l'alimentation du circuit primaire ou supprime la tension de sortie; la détection étant effectuée au moyen d'un détecteur approprié connecté dans le circuit de sortie ou tout autre moyen présentant un degré de sécurité équivalent.
Si l'installation est mise sous tension avec un défaut d'ouverture du circuit secondaire (bris d'un tube, décrochage d'un câble...) le système de protection doit opérer dans un délai de 3 à 5 secondes.
Si l'ouverture se produit pendant le fonctionnement de l'installation, le système de protection doit fonctionner dans un délai de 200 ms.
- Les systèmes de protection entrant en fonction lors de l'ouverture des circuits secondaires et contre les pertes à la terre doivent être effectués au moyen de contacts mécaniques, l'utilisation de semi-conducteurs n'étant pas permise.

h.3. Appareils portatifs et appareils mobiles

Les appareils portatifs et mobiles doivent uniquement satisfaire aux dispositions suivantes du *point h.2.*:
- «Transformateurs, convertisseurs ou onduleurs»;
- «Canalisations électriques»;
- «Protection contre les contacts directs et indirects».

La tension secondaire à vide ne peut dépasser 8 kV.

i. Appareils d'éclairage extérieurs

Les appareils d'éclairage extérieurs, dans les conditions d'influences externes AD2 jusqu'à AD4, ne peuvent pas être de la classe 0 ou de la classe 01.

j. Les appareils d'illumination temporaires

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa 1er de la *section 5.1.4.*, il est permis d'utiliser pour des illuminations temporaires des appareils d'illumination composés de lampes avec douille dont le degré de protection contre la pénétration de l'eau est de IPX0.

Lorsqu'ils sont installés dans le volume d'accessibilité au toucher, ces appareils d'illumination doivent:
- être alimentés par la très basse tension de sécurité ou
- être protégés par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel avec un courant de fonctionnement de 30 mA maximum.

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa 1er de *5.2.1.4.a. et 5.2.9.14.*, il est permis d'utiliser des câbles à perforation à basse tension ayant une isolation renforcée, comme la canalisation électrique sous gaine du type A05VVH2-F, à condition que toutes les perforations soient obturées suivant les règles de l'art.

Sous-section 5.3.4.3. Appareils de chauffage

Les appareils de chauffage installés à poste fixe sont installés de façon que le flux de chaleur qu'ils fournissent s'écoule comme prévu par construction.

Les appareils de chauffage comportant des éléments incandescents non enfermés ne sont pas installés dans les locaux (ou emplacements) présentant des risques d'explosion (BE3). Ces mêmes appareils ne sont admis ailleurs que si toutes mesures utiles sont prises pour éviter que des objets inflammables ne viennent en contact avec les éléments portés à l'incandescence.

Les appareils de chauffage qui sont appelés par leur destination à être en contact avec des matières combustibles ou liquides inflammables (BE2), tels les étuves et séchoirs, sont, ou bien munis d'un limiteur de température interrompant ou réduisant le chauffage avant qu'une température dangereuse ne soit atteinte, ou bien construits de façon à ne pas constituer une cause de danger pour les personnes ou de dommage pour les objets avoisinants en cas d'échauffement exagéré des matières combustibles ou liquides inflammables qu'ils contiennent.

Dans les installations de chauffage central à air pulsé, les corps de chauffe ne sont mis sous tension qu'après mise en service des ventilateurs correspondants et sont mis hors service quand les ventilateurs sont arrêtés, sauf s'ils sont constructivement prévus pour ne pas atteindre d'échauffements dangereux en l'absence de ventilation. De plus, le contrôle est effectué par deux limiteurs de température indépendants l'un de l'autre ou un contrôleur de débit d'air et un limiteur de température, également indépendants l'un de l'autre, qui empêchent tout dépassement de la température admissible dans les conduits d'air.

Les appareils électrodomestiques de chauffage satisfont aux spécifications des normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes. S'ils comportent des coupe-circuit à fusibles incorporés, ceux-ci répondent aux prescriptions y relatives. Les socles sur lesquels sont montées les pièces sous tension des appareils sont en matière isolante incombustible et non hygroscopique.

Sous-section 5.3.4.4. Appareils de cuisson et fours

Les appareils de cuisson et les fours comportant des éléments incandescents non enfermés ne sont pas installés dans des locaux ou emplacements présentant des risques d'explosion (BE3).

Sous-section 5.3.4.5. Jouets électriques

Les jouets électriques sont alimentés en très basse tension de sécurité (TBTS) dont la valeur est déterminée dans l'arrêté royal du 19 janvier 2011 relatif à la sécurité des jouets, et plus particulièrement, dans l'*Annexe II Exigences de sécurité particulières, IV. Propriétés électriques*.

Le transformateur de sécurité d'alimentation est conçu de telle sorte qu'il ne soit pas détérioré par des mises en court-circuit répétées des bornes alimentant les circuits des jouets.

Sous-section 5.3.4.6. Dispositifs enrouleurs

a. Dispositifs enrouleurs de certains cordons prolongateurs

Le tambour des dispositifs enrouleurs de cordons prolongateurs d'une intensité nominale inférieure ou égale à 16 A, a un diamètre d'au moins 12,5 fois le diamètre du câble.

b. Autres dispositifs enrouleurs

Les tambours sur lesquels des câbles électriques autres que ceux décrits au *point a.* ci-avant s'enroulent ont un diamètre d'au moins 30 fois le diamètre des câbles; la gorge des galets est proportionnée au diamètre des câbles en vue d'éviter tout coincement.

Sous-section 5.3.4.7. Prolongateurs

Les cordons prolongateurs avec une prise mobile simple ou un bloc mobile de prises multiples, avec ou sans enrouleur, sont construits et utilisés conformément aux prescriptions des arrêtés ministériels les concernant, pris en exécution suivant la date de mise sur le marché soit de l'arrêté royal du 23 mars 1977 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 concernant la mise sur le marché du matériel électrique.

Sous-section 5.3.4.8. Outils portatifs à moteur

Les outils portatifs à moteur sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes; les conditions d'utilisation des outils portatifs à main à moteur électrique, sont limitées dans certains cas de conditions d'influence externes.

Section 5.3.5. Matériel d'installation

Sous-section 5.3.5.1. Tableaux de répartition et de manœuvre

a. Généralités

Les installations de couplage et les appareils de protection (coupe-circuit, disjoncteurs...) sont groupés et montés sur des panneaux supports dans un ou plusieurs tableaux de répartition et de manœuvre.

Dans les installations électriques des lieux ordinaires accessibles au public, les tableaux de répartition et de manoeuvre sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Dans les installations électriques des lieux domestiques, les tableaux de répartition et de manoeuvre sont de classe I ou II, avec paroi arrière et porte, conformes à la norme y relative homologuée par le Roi ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme. L'inamovibilité de la paroi arrière est assurée pendant toute la durée de vie dudit matériel (à partir de son installation et de son raccordement).

Les tableaux de répartition et de manœuvre sont en matière incombustible, non hygroscopique et offrent une résistance mécanique suffisante.

Les tableaux de répartition et de manœuvre qui ne sont pas fermés sur la surface de montage ne peuvent pas être montés directement sur des surfaces hygroscopiques ou facilement combustibles.

b. Coupure

Un interrupteur-sectionneur général qui permet la coupure simultanée de toutes les phases et éventuellement du neutre est placé sur le tableau principal de répartition et de manoeuvre; il est d'une intensité nominale appropriée à l'installation sans être inférieur à 25 A.

Dans les installations électriques des lieux domestiques, l'interrupteur-sectionneur général est d'une intensité nominale appropriée à l'installation sans être inférieure à 40 A.

Toutefois, la fonction de l'interrupteur-sectionneur général peut être assurée par le dispositif de protection de branchement si celui-ci est conçu pour assurer le sectionnement.

c. Emplacement

Les tableaux de répartition et de manœuvre sont installés de manière à rendre aisés leur manœuvre, leur surveillance et leur entretien ainsi que l'accès au matériel électrique dans ces tableaux.

Les appareils de protection et de manœuvre relatifs à des circuits dont l'énergie est soumise à des tarifs différents sont groupés sur des panneaux distincts, écartés les uns des autres de 10 cm au moins, ou dans des tableaux de répartition et de manoeuvre distincts, sauf autorisation du distributeur ou observation des prescriptions spéciales du distributeur.

Sous-section 5.3.5.2. Prises de courant et éclairage

a. Mise en œuvre des prises de courant

Les prises fixes à encastrer sont logées, soit dans des boîtes métalliques avec ou sans isolant intérieur, suivant le type de canalisation électrique utilisé, soit dans des boîtes en matière isolante.

Les socles de prises de courant fixés sur les parois des locaux ne présentant pas de risque d'humidité (AD1) sont disposés de telle manière que l'axe de leurs alvéoles se trouve à une hauteur au-dessus du sol fini au moins égale à 0,15 m si les socles de prises de courant ne sont pas installés dans des planchers ou des plinthes.

Dans tous les autres cas d'influence externe (AD2 à AD8), l'axe des alvéoles des socles de prises de courant se trouve à une hauteur d'au moins 0,25 m au-dessus du sol fini.

Lorsque les socles de prises de courant sont installés dans des planchers ou dans des plinthes, il est fait usage de modèles spécialement prévus à cet effet, conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes, et ce, en fonction des influences externes.

Sont rendues obligatoires les normes NBN C 61-112-1, NBN C 61-112-2 et NBN C 61-112-3 relatives aux prises de courant pour les installations domestiques et pour les installations non-domestiques sans personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5). Les prises de courant présentant des caractéristiques assurant un niveau de sécurité équivalent à celui des normes précitées, dont notamment la continuité du conducteur de protection, sont également autorisées. Par conséquent, une prise de courant avec uniquement des contacts de terre latéraux ne peut pas être installée. L'installation des socles fixes de prise de courant à raccordement à l'arrière est admise pour autant que les conducteurs y connectés soient des conducteurs souples dont les brins des extrémités sont solidarisés soit par un embout serti à l'aide d'un outil, soit au moyen de tout autre dispositif assurant un résultat au moins équivalent.

b. Règles spécifiques pour les lieux domestiques

Les socles de prise de courant, à l'exception de ceux à très basse tension de sécurité, comportent tous un contact de terre relié au conducteur de protection de la canalisation électrique, sauf si la prise est alimentée à travers un transformateur de séparation des circuits individuels conforme aux dispositions du *point c.* de la *sous-section 4.2.3.3.* Ils sont d'un modèle tel que mentionné au *point b.* de la *sous-section 4.2.2.3.*, à l'exception des cas suivants:

- pour les socles de prise de courant placés dans les tableaux de répartition et de manoeuvre,
- pour les socles de prise de courant destinés seulement et uniquement à l'alimentation d'appareils mobiles à poste fixe,

Le nombre de socles de prise de courant simples ou multiples est limité à huit par circuit.

Les circuits alimentant les appareils d'éclairage sont au moins au nombre de deux circuits distincts.

Certains circuits peuvent alimenter simultanément des socles de prise de courant ainsi que des appareils d'éclairage. Les prescriptions applicables à ces circuits sont celles relatives aux circuits alimentant des socles de prise de courant, chaque appareil d'éclairage étant assimilé à un socle de prise de courant.

Sous-section 5.3.5.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

a. Choix de dispositifs

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont choisis et installés conformément aux dispositions du présent Livre. Ils présentent une résistance aux courts-circuits correspondant à la puissance de court-circuit à l'endroit de leur installation.

Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel placés dans les installations électriques des lieux domestiques sont au moins du type A; celui qui est placé en tête de l'installation a une intensité nominale au moins égale à 40 A. Dans les installations électriques des lieux domestiques, il est interdit de placer un dispositif de protection à courant différentiel résiduel de type A en amont d'un ou de plusieurs dispositifs de protection à courant différentiel qui ont une fonction de protection contre les défauts avec une composante continue totale de plus de 6mA.

b. Mise en œuvre

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont montés dans un endroit où leur fonctionnement sûr et efficace ne puisse être perturbé soit par des vibrations mécaniques, soit par des champs magnétiques extérieurs, soit par toute autre influence.

Ils sont installés dans des lieux secs ou sont protégés efficacement contre l'humidité.

Si le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est incorporé à un tableau de répartition et de manoeuvre, les dispositions sont prises pour que le bouton d'essai soit facilement accessible sans moyens spéciaux et sans danger de contact accidentel avec des pièces sous tension.

c. Coupure des conducteurs

Le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel assure la coupure de tous les conducteurs actifs du circuit.

Le circuit magnétique du transformateur du dispositif de protection enserre tous les conducteurs actifs du circuit, neutre compris. Par contre, le conducteur de protection correspondant doit passer à l'extérieur du circuit magnétique.

Il est donc interdit de placer deux dispositifs de protection bipolaires pour assurer la protection d'un appareil ou circuit à quatre conducteurs ou de protéger un tel circuit dont le neutre est raccordé à la terre par un dispositif de protection tripolaire.

Par contre, il n'est pas interdit d'employer un dispositif de protection comportant un ou deux pôles non raccordés: un dispositif de protection tripolaire ou tétrapolaire peut protéger un circuit à deux ou trois conducteurs.

Un même dispositif de protection tétrapolaire à courant différentiel-résiduel alimenté en monophasé peut protéger plusieurs circuits distincts à condition que chaque circuit soit sectionnable, de façon multipolaire, en aval du dispositif à courant différentiel-résiduel et indépendamment de celui-ci.

d. Courants de fuite normaux

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel doivent être choisis et la charge doit être répartie sur les circuits électriques de telle manière que tout courant de fuite à la terre susceptible de circuler pendant le fonctionnement normal des appareils ne puisse provoquer la coupure intempestive des dispositifs.

e. Condensateurs d'antiparasitage

Certains montages de condensateurs d'antiparasitage peuvent désensibiliser les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, notamment lorsqu'ils sont branchés entre phase et terre.

Les appareils doivent donc être conçus de manière telle que les dispositifs d'antiparasitage ne restent par branchés sur les conducteurs actifs du réseau d'alimentation lorsque les appareils ne sont pas en fonctionnement.

f. Le danger des composantes continues

Lorsque du matériel électrique susceptible d'être le siège d'un courant dissymétrique engendrant des composantes continues est installé en aval d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, des précautions sont prises pour qu'en cas de défaut à la terre, les composantes continues ne perturbent pas le fonctionnement des dispositifs de protection au point de compromettre la sécurité. Il en est ainsi pour certains matériels électriques comportant des dispositifs à semi-conducteurs (diodes, thyristors...).

Pour éviter de telles perturbations, l'une des dispositions suivantes peut être prise:
- le matériel électrique choisi ne produit pas de courant continu susceptible de perturber le fonctionnement d'un dispositif de protection; il en est ainsi pour les dispositifs à commande par train d'alternances ou par contrôle de phase symétrique;
- le matériel électrique produisant ou utilisant le courant continu est réalisé suivant les règles applicables à la classe II;
- le matériel électrique produisant le courant continu est alimenté par un transformateur de

séparation des circuits;
- le dispositif de protection est construit de telle manière que son fonctionnement ne soit pas affecté par des courants continus;
- le matériel électrique produisant du courant continu est équipé ou protégé par un dispositif qui le met hors service lors de l'apparition d'un défaut comportant une composante continue.

g. Masses et conducteur de protection

Toutes les masses de partie d'installation protégée par des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel quelle que soit leur sensibilité sont reliées à une prise de terre.
Les masses protégées par un même dispositif de protection sont reliées à la même prise de terre.
Le conducteur neutre n'est pas relié à la terre en aval du dispositif de protection.

h. Dispositif à sécurité positive

Un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel avec source auxiliaire est dit «à sécurité positive» lorsqu'une défaillance de la source auxiliaire provoque automatiquement l'ouverture du dispositif de protection.

Les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel qui ne sont pas à sécurité positive sont interdits dans les lieux domestiques.

i. Emploi de la haute ou très haute sensibilité

L'emploi de dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou très haute sensibilité est recommandé dans les cas suivants:
- pour assurer une protection complémentaire contre les chocs électriques par contacts directs;
- pour pallier le risque provoqué par l'interruption du conducteur de protection reliant les masses du matériel électrique à la terre; ce risque éventuel concerne notamment le matériel alimenté par des canalisations électriques mobiles où l'usure ou la fatigue des canalisations électriques souples peut provoquer la rupture du conducteur de protection sans que cette rupture puisse être décelée;
- lorsque les conditions d'utilisation du matériel électrique sont sévères.

En raison de la faible valeur du courant différentiel-résiduel de fonctionnement des dispositifs de protection, les précautions adéquates sont prises pour éviter des déclenchements intempestifs provoqués par des courants de fuite et non des courants de défaut.

j. Interdictions

Il est interdit de compromettre la sécurité qu'offre un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, notamment en pontant ce dispositif par une liaison entre ses bornes d'entrée et ses bornes de sortie.

k. Essai du dispositif de protection

Lorsque de façon périodique, par exemple mensuellement, le dispositif de protection doit être essayé selon les instructions du constructeur, la vérification doit assurer que la coupure d'alimentation du courant est effectuée.

Sous-section 5.3.5.4. Interrupteurs et autres appareils de manœuvre

a. Généralités

Les interrupteurs et autres appareils de manœuvre sont conformes soit à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Ils sont prévus pour la catégorie d'emploi définie par la norme correspondant à leur destination.

Ils sont:
- soit pourvus d'une enveloppe par construction;
- soit placés dans un tableau de répartition et de manoeuvre assurant un degré de protection compatible avec les conditions d'utilisation.

S'ils assurent une fonction de sectionnement, ils répondent aux prescriptions particulières soit de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

b. Coupure

Les interrupteurs ayant la fonction de sectionnement assurent la coupure simultanée de tous les conducteurs de phase.

Lorsqu'un dispositif de coupure bipolaire ayant la fonction de sectionnement est prévu en amont dans le circuit élémentaire, il est permis d'utiliser des dispositifs de commande monopolaires en aval de ce dispositif de coupure.

c. Encastrement

Les interrupteurs à encastrer dans les parois sont logés, soit dans des boîtes métalliques avec ou sans isolant intérieur, suivant le type de canalisation électrique utilisé, soit dans des boîtes en matière isolante qui répondent aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.5.*

Sous-section 5.3.5.5. Coupe-circuit à fusible et disjoncteurs

a. Ininterchangeabilité

Dans les lieux domestiques, seuls les coupe-circuit à fusibles ou petits disjoncteurs à broches ou du type D et les petits disjoncteurs sont admis pour la protection des circuits. De plus, dans ces endroits et pour autant que la canalisation électrique à protéger ait une section inférieur à 10 mm^2, les coupe-circuit à fusibles et les petits disjoncteurs à broches et du type D sont, par construction, tels que le remplacement d'un élément ne puisse pas se faire au moyen d'un élément dont le courant nominal est plus élevé que celui qui est prévu pour protéger la canalisation électrique.

Si les éléments de calibrage de ces dispositifs de protection ne sont pas solidaires par construction de la barrette de connexion, ils sont conformes à la norme y relative homologuée par le Roi ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

b. Conditions de fonctionnement des petits disjoncteurs

Les petits disjoncteurs, dont le maniement est confié à des personnes BA1, BA2 ou BA3, sont d'un modèle tel que leurs conditions de fonctionnement ne puissent pas être modifiées par ces personnes sans qu'il en résulte de traces visibles, telle la violation d'un plombage.

c. Socles de coupe-circuit

Les socles de coupe-circuit du type D sont connectés de façon que le contact central se trouve du côté de l'origine de l'installation.

Les socles de coupe-circuit utilisant des broches sont disposés ou construits de manière à exclure la possibilité d'établir des contacts entre pièces conductrices appartenant à deux socles voisins au moyen des fusibles ou petits disjoncteurs à broches.

d. Fonctionnement des coupe-circuit

Les coupe-circuit sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

e. Pouvoir de coupure

Les fusibles et disjoncteurs ont le pouvoir de coupure correspondant à la puissance de court-circuit présumée à l'endroit de leur installation, la puissance minimale de court-circuit étant fixée par arrêté, par les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Dans les lieux domestiques, l'intensité du courant de court-circuit présumé en monophasé aux bornes aval des premiers dispositifs de protection contre les surintensités, placés après le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel général, ne peut excéder 3000 A.

En amont des bornes de sortie précitées:
- les dispositifs de protection de branchement ont un pouvoir de coupure minimal de 6000 A;
- les dispositifs de protection contre les surintensités ont un pouvoir de coupure minimal de 3000 A (marquage 3000 entouré par un rectangle pour les petits disjoncteurs) et les disjoncteurs de première ligne en aval du dispositif de protection de branchement, à l'exception des disjoncteurs à broches, sont pourvus d'un marquage conforme pour la classe de limitation d'énergie 3;
- les coupe-circuit à fusibles et les disjoncteurs à broches ont un pouvoir de coupure minimal de 3000 A;
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel et les dispositifs de coupure ont une résistance à une valeur $I^2 \cdot t$ d'au minimum 22,5 kA^2s pour un courant de 3000 A; un marquage spécifique des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités, intensité nominale $\leq$ 40 A, assure l'identification du respect de ces caractéristiques, à savoir l'indication suivante au moins: «3000 A, 22,5 kA^2s», ces caractéristiques étant reprises ensemble sur une même face, visible après installation, si nécessaire après

l'enlèvement des écrans montés dans le cadre de la protection contre les contacts directs; ces informations peuvent faire partie d'autres marquages et indications prévues par la norme y relative homologuée par le Roi ou à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

La liaison électrique entre le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel d'une part et le ou les dispositifs de protection contre les surintensités situés immédiatement en aval, d'autre part, est réalisée au moyen d'éléments conducteurs rigides.
Cette liaison réalisée au moyen de conducteurs souples est également admise pour autant que les brins de chaque extrémité soient solidarisés soit par un embout serti à l'aide d'un outil approprié, soit au moyen de tout autre dispositif assurant un résultat au moins équivalent.

f. Chambre de fusion ouverte

Les types de coupe-circuit dont le conducteur fusible n'est pas placé dans une chambre de fusion entièrement close sont interdits.

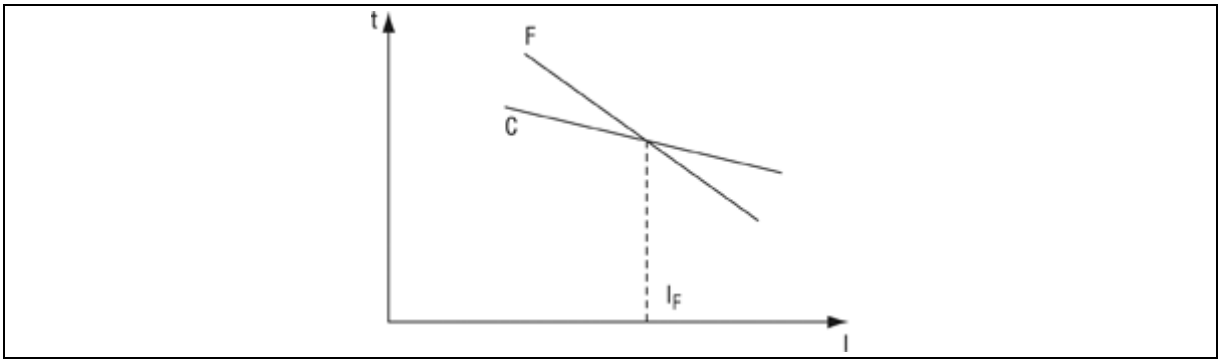
g. Coupe-circuit et disjoncteur incorporés dans des appareils

Les microfusibles et disjoncteurs ne sont autorisés que pour la protection individuelle d'appareils à condition d'être incorporés à ces appareils.

h. Choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits

- Cas des fusibles
  Le courant de court-circuit minimal est en général celui correspondant à un court-circuit franc se produisant au point le plus éloigné de la canalisation électrique protégée.
  Le courant de court-circuit I_{cc} ne doit pas être inférieur à I_F.

Figure 5.29. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de fusibles

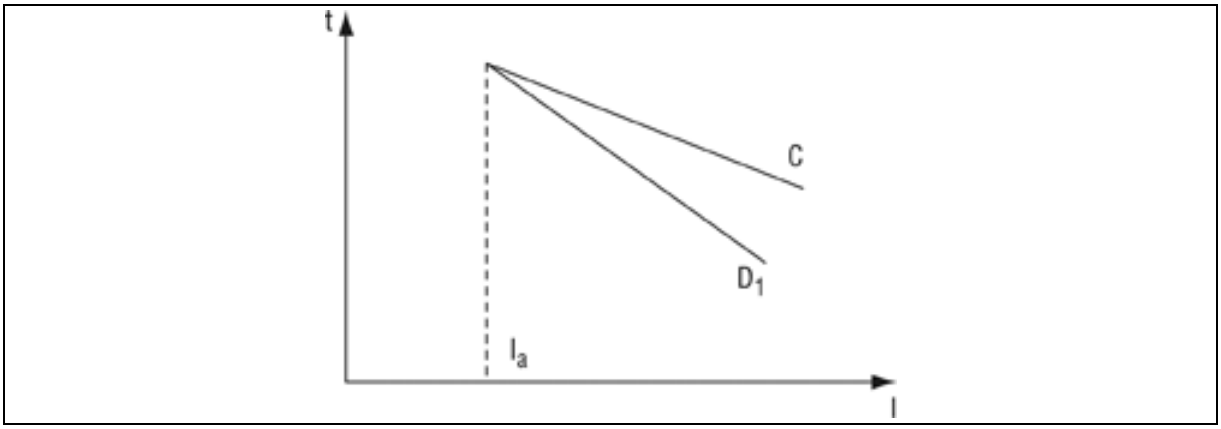


$I_{cc} \geq I_F$

C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans la canalisation électrique protégée
F: courbe de fusion du fusible (limite supérieure de la zone de fonctionnement)

- Cas des disjoncteurs
  Pour les disjoncteurs, deux conditions sont à remplir:
  - le courant de court-circuit minimal doit être au moins égal à I_a;
  - le courant de court-circuit présumé au point d'installation du disjoncteur doit être inférieur à I_b.

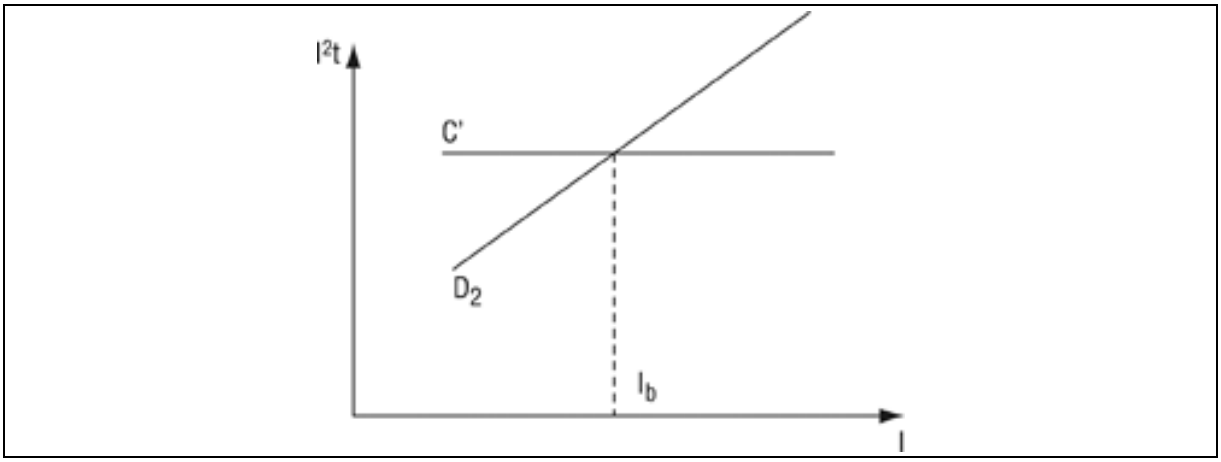
Figure 5.30. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit minimal)



$I_{cc} \geq I_a$

C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans les conducteurs protégés
D_1: courbe de fonctionnement du disjoncteur

Figure 5.31. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit présumé)



$I_{cc} \leq I_b$

C': Courbe admissible $I^2 \cdot t$ des conducteurs
D_2: Caractéristique $I^2 \cdot t$ du disjoncteur

Lorsque la caractéristique de fonctionnement (F ou D_1) du dispositif de protection se trouve en dessous de la courbe C des conducteurs pour les temps inférieurs à 5 secondes, le courant I_a est pris égal au courant de fonctionnement du dispositif de protection en 5 secondes.

Pour les courants de court-circuit dont la durée est supérieure à plusieurs périodes, la caractéristique $I^2 \cdot t$ du dispositif de protection peut être calculée en multipliant le carré de la valeur efficace de l'intensité de la caractéristique de fonctionnement I du dispositif de protection par le temps de fonctionnement t. Pour les courants de court-circuit de plus courte durée, il y a lieu de se référer aux caractéristiques $I^2 \cdot t$ fournies par le constructeur.

Dans les installations IT, les dispositifs de protection doivent posséder le pouvoir de coupure unipolaire approprié pour la tension entre phases.

Le courant de court-circuit minimal sera déterminé selon une méthode de calcul définie par les règles de l'art ou par application de la formule suivante:

$$I = \frac{0{,}8 \cdot U}{\rho \cdot \frac{L}{S}}$$

U: étant la tension, en V, en service normal à l'endroit où est installé le dispositif de protection:
- entre phase et neutre si le circuit comporte un conducteur neutre distribué;
- entre phases si le circuit ne comporte pas de conducteur neutre distribué.

L: étant la longueur développée, en mètres, des conducteurs de la canalisation électrique.

ρ: étant la résistivité du métal constituant l'âme du conducteur.
La résistance des conducteurs du circuit est considérée pour la température moyenne pendant la durée du court-circuit, soit 1,5 fois la résistance à 20 °C.
Il peut être tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs de forte section en augmentant la résistance de 15 % pour la section de 150 mm², de 20 % pour la section de 185 mm² et de 25 % pour la section de 240 mm².

S: étant la section des conducteurs en mm².

i. Protection de conducteurs en parallèle

Lorsqu'un même dispositif de protection protège contre les courts-circuits plusieurs conducteurs en parallèle, ses caractéristiques de fonctionnement doivent être déterminées en tenant compte:
- du courant de court-circuit minimal susceptible de se produire;
- des contraintes thermiques maximales auxquelles les conducteurs peuvent être soumis.

j. Dispositif de protection de branchement

Le dispositif de protection de branchement des installations domestiques et non-domestiques (coupe-circuit à fusible ou disjoncteur) assure la protection contre les surcharges de la partie amont et aval du branchement jusqu'aux dispositifs de protection contre les surintensités situés de part et d'autre; en outre, il assure la protection contre les surintensités de la partie aval et ce, jusqu'au dispositif de protection contre les surintensités qui le suit.

Section 5.3.6. Ensemble d'appareillage

Sous-section 5.3.6.1. Domaine d'application

Les prescriptions de la *sous-section 5.3.6.2.* ne sont pas applicables aux installations électriques dans les lieux domestiques.

Sous-section 5.3.6.2. Prescriptions générales

Les ensembles d'appareillage à basse tension et les systèmes d'ensemble sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions assurant un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans celles-ci.

Sous-section 5.3.6.3. Dispositifs de commande et de répartition

a. Généralités

Lorsque les canalisations électriques de l'installation d'utilisation sont constituées de conduits non isolants, elles sont disposées de façon à éviter tout contact entre les conduits et avec d'autres éléments conducteurs.

Les extrémités des conduits non isolants se trouvent à au moins 30 mm de toute partie active, telle que borne.

En outre, le matériel de branchement est monté de telle manière qu'aucune partie active ne se trouve à moins de 30 mm d'une paroi ou support métallique extérieur, à moins d'interposer un écran isolant.

b. branchement des installations domestiques

Lors de la mise en œuvre, il y a lieu d'assurer une séparation efficace entre, d'une part les conduits non isolants du branchement sur le réseau de distribution et, d'autre part, les conduits non isolants de l'installation et les éléments conducteurs de la construction (tels qu'armatures du béton, ferrures, huisseries métalliques...). Cette séparation peut être obtenue par l'une des dispositions suivantes:
- maintien d'une distance dans l'air au moins égale à 6 mm entre ces éléments;
- mise en place de manchons, gaines ou écrans en matière isolante.

Section 5.3.7. Circuits de mesure

Sous-section 5.3.7.1. Généralités

Le matériel de mesure respecte soit les prescriptions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit les dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Sauf application particulière, les transformateurs de mesure sont du type monophasé, ils ont pour rôle d'alimenter:
- des appareils de mesure (compteurs);
- des appareils de protection (relais, dispositifs de déverrouillage).

Les transformateurs de mesure ont une puissance nominale et appartiennent à une classe qui est suffisamment performante pour les appareils qui y sont reliés.

Sous-section 5.3.7.2. Circuits de mesure de courant

Il est interdit de protéger les circuits secondaires des transformateurs de courant contre les surcharges et les courts-circuits.

Les transformateurs de courant résistent au courant thermique de courte durée qui peut se manifester à l'endroit du placement.

Les transformateurs de courant destinés aux mesures sont choisis avec un facteur de saturation le plus bas possible et une puissance nominale tels que le courant de court-circuit dans le circuit primaire ne puisse endommager les appareils de mesure placés dans le circuit secondaire.

Les transformateurs de courant destinés à la protection sont choisis avec un facteur de saturation le plus grand possible et une puissance nominale tels qu'un courant de court-circuit dans le circuit primaire n'affecte pas le fonctionnement des appareils de protection placés dans le circuit secondaire.

Lorsqu'un transformateur de courant est utilisé tant à des fins de mesure que de protection, les appareils de mesure sont protégés, si nécessaire, par des transformateurs intermédiaires adaptés placés dans le circuit pour éviter l'endommagement provoqué par les courants de court-circuit.

Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles

Section 5.4.1. Généralités

Le présent chapitre traite des dispositions de mises à la terre, des conducteurs de protection et des liaisons équipotentielles afin de satisfaire aux prescriptions de sécurité de l'installation électrique.

Section 5.4.2. Installations de mise à la terre

Sous-section 5.4.2.1. Prise de terre

a. Généralités

La prise de terre est réalisée conformément soit aux dispositions du *point b.* ou du *point c.* pour les installations domestiques soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne, pour les installations non-domestiques.

b. Règles spécifiques pour les installations domestiques

b.1. La boucle de terre

b.1.1. Nouveau bâtiment

Pour tout nouveau bâtiment, dont le fond de fouille de tout ou partie des fondations atteint au moins 60 cm, la prise de terre comporte au moins une boucle disposée à fond de fouille à la verticale des murs extérieurs.

b.1.2. Constitution de la boucle de terre

La boucle de terre est constituée soit d'un conducteur plein de section ronde sans soudure soit de 7 âmes câblées de section ronde sans soudure. Dans toute la mesure du possible, la boucle ne comporte qu'un seul conducteur. Il est toutefois toléré d'utiliser plusieurs conducteurs placés bout à bout sous réserve de l'observation de la condition mentionnée au *point b1.6.*

b.1.3. Section du conducteur de la boucle de terre

La section du conducteur de la boucle de terre est une section géométrique. Elle est de 35 mm^2 au moins.

b.1.4. Nature du métal constituant la boucle de terre

Le conducteur plein est en cuivre électrolytique recuit nu ou en cuivre plombé. Ce dernier est utilisé lorsque le terrain dans lequel il est placé est présumé ne pas offrir les garanties nécessaires quant à l'absence d'une action corrosive dommageable sur le cuivre. Le conducteur de 7 âmes câblées est en cuivre semi-rigide.

b.1.5. Pose et attache de la boucle de terre à fond de fouille

La boucle de terre est placée contre les terrains nus à fond de fouille et recouverte de bonne terre de manière à n'être, en aucun cas, en contact avec les matériaux constituant les murs de fondation (mortier de propreté, béton, armature métallique...). Pour fixer éventuellement le conducteur de terre au sol du fond de la fouille, sont uniquement utilisés des objets (crochets, épingles, crampons, cavaliers...) en cuivre ou en une matière n'ayant pas d'action corrosive sur le métal du conducteur constituant la boucle de terre.

b.1.6. Extrémités du ou des conducteurs de la boucle de terre

Les extrémités de la boucle de terre restent visitables. Si la boucle de terre est constituée de plusieurs conducteurs placés en série, les extrémités de chaque conducteur et leur connexion restent visitables.

b.2. Prise de terre complémentaire

b.2.1. Objet

Si une boucle de terre ne peut pas être installée (par exemple, lorsque la profondeur de la fouille est insuffisante) ou lorsque la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre formée d'une boucle de terre n'est pas suffisamment basse, il est fait usage de prises de terre appelées ci-après "prises de terre complémentaires".

b.2.2 Types de prises de terre complémentaires

Parmi les prises de terre complémentaires, on distingue:
a) le conducteur métallique enfoui horizontalement dans le sol;
b) les barres, piquets ou conducteurs enfoncés verticalement ou obliquement dans le sol.

b.3. Conducteur métallique enfoui horizontalement dans le sol

Le conducteur métallique enfoui horizontalement dans le sol est un conducteur plein de section circulaire, en cuivre nu ou en cuivre plombé. Ce dernier est utilisé lorsque le terrain dans lequel il est placé est présumé ne pas offrir les garanties nécessaires quant à l'absence d'une action corrosive dommageable sur le cuivre. Sa section est une section géométrique. Elle est de 35 mm^2 au moins. Le conducteur est enfoui à une profondeur d'au moins 0,80 m.

b.4. Barres, piquets ou conducteurs métalliques enfoncés verticalement ou obliquement dans le sol

b.4.1. Généralités

Les barres ou piquets de terre ont une longueur minimale de 1,50 m. La longueur enfouie en-dessous du niveau - 0,60 m doit être au moins égale à 1,50 m.

b.4.2. Type

On distingue les différents types suivants:
a) les barres de terre;
b) les piquets de terre;
c) les conducteurs métalliques enfoncés dans le sol.

b.5. Les barres de terre

Les barres de terre sont pleines et de section circulaire. Elles ont soit un diamètre d'au moins 14 mm, lorsqu'elles sont en cuivre ou en acier cuivré, soit un diamètre d'au moins 19 mm lorsqu'elles sont en acier galvanisé.

b.6. Les piquets de terre

Les piquets de terre sont constitués d'un profilé métallique droit ou tordu en hélice. Si le piquet de terre est en acier galvanisé, le cercle dans lequel s'inscrit la section orthogonale du profilé a un diamètre minimal de 45 mm et l'épaisseur moyenne des ailes est d'au moins 3,5 mm. Le piquet a une résistance à la rupture par traction d'au moins 450 N/mm^2. Si le piquet de terre est en alliage de cuivre résistant à la corrosion, le cercle dans lequel s'inscrit sa section minimale a un diamètre d'au moins 19 mm. L'épaisseur des ailes est d'au moins 3 mm. Il a une résistance à la rupture par traction d'au moins 600 N/mm^2.

b.7. Les conducteurs enfoncés dans le sol

Les conducteurs enfoncés dans le sol sont en cuivre électrolytique recuit nu, de 50 mm^2 de section géométrique au moins. Le conducteur est enfoncé dans le sol par des vibrations mécaniques. A l'extrémité du conducteur, est fixée une pointe en acier pour éviter tout endommagement du conducteur lors de son enfoncement.

b.8. Connexion entre plusieurs éléments

b.8.1. Barres de terre en cuivre ou en acier cuivré

La jonction de différents éléments de barres en cuivre ou en acier cuivré est réalisée au moyen de manchons filetés en bronze ou en alliage de cuivre d'une longueur minimale de 60 mm. Les

barres raccordées se touchent au milieu du manchon.

b.8.2. Barres de terre en acier galvanisé

L'accouplement de barres en acier galvanisé est réalisé par un embrochement indesserrable évitant tout risque de corrosion interne. L'embrochement ne modifie ni le diamètre extérieur ni la raideur ni la conductibilité électrique des éléments de barres accouplés.

b.8.3. Piquets de terre en alliage de cuivre

L'accouplement des piquets de terre en alliage de cuivre est réalisé par un embrochement indesserrable, la broche étant solidaire d'un manchon en bronze ou en alliage de cuivre d'une longueur minimale de 60 mm.

b.8.4. Conducteurs en cuivre enfoncés dans le sol

Le conducteur en cuivre enfoncé dans le sol est tout en un tenant.

c. Dispositions techniques pour une prise de terre commune à plusieurs installations domestiques

c.1. Champ d'application

La prise de terre commune est d'application pour tout nouveau immeuble à appartements. L'immeuble peut comprendre aussi des locaux non-domestiques.

La prise de terre commune peut être également mise en oeuvre pour toute nouvelle construction de plusieurs maisons individuelles et/ou de plusieurs immeubles à appartements individuels dont les fondations communes sont prévues lors de la réalisation du projet.

En complément au 1er alinéa, une prise de terre commune peut être aussi placée pour différentes unités d'habitation individuelles situées sur un village de vacances ou un terrain de camping, à condition que ces unités d'habitation appartiennent au propriétaire du village de vacances ou du terrain de camping. Les installations des locaux non-domestiques situés sur le village de vacances ou le terrain de camping peuvent être aussi connectées sur cette prise de terre commune. Si une de ces habitations est vendue individuellement, celle-ci doit disposer d'une prise de terre individuelle. Celle-ci peut rester connectée sur la prise de terre commune.

c.2. Dispositions techniques

1° La prise de terre commune a une valeur de résistance de dispersion inférieure ou égale à 30 Ohms.

2° La prise de terre commune est réalisée conformément aux dispositions du *point b.*

3° Lors du placement d'une boucle de terre sous des fondations communes, celle-ci doit être disposée à fond de fouille à la verticale des murs extérieurs des différents bâtiments.

4° Un seul sectionneur de terre doit être installé et il doit rester accessible pendant toute la durée de vie de la prise de terre à l'ensemble des propriétaires, gestionnaires ou exploitants des installations électriques faisant usage de la prise de terre commune et à toute personne qui doit exécuter des travaux ou des mesures sur cette prise de terre. Si une boucle de terre est utilisée et si celle-ci est constituée de plusieurs conducteurs placés en série, les extrémités de chaque conducteur et leurs connexions doivent rester accessibles aux mêmes conditions que celles du sectionneur de terre commun. Si un autre système de prise de terre autorisé par le *point b.* (piquets, barres, ...) est utilisé, ce dernier est installé sur un emplacement commun et accessible.

5° Pour les cas visés aux 2ème et 3ème alinéas du *point c.1.*, seule la distribution en étoile du conducteur de terre entre le sectionneur de terre commun et le(s) borne(s) principale(s) de terre est autorisée vers chaque bâtiment.

6° Le sectionneur de terre commun doit être repéré de manière durable et ineffaçable par un repérage mentionnant : « Prise de terre commune + *adresses des installations concernées* ».

7° Le schéma unifilaire et le plan de position de chaque installation électrique faisant usage d'une prise de terre commune doivent mentionner la présence d'une prise de terre commune et la localisation du sectionneur de terre commun. Lors d'un contrôle de conformité avant la mise en usage ou d'une visite de contrôle réalisée par un organisme agrée visé au *chapitre 6.3.*, le rapport établi dans le cadre du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle doit mentionner la présence d'une prise de terre commune et les éventuelles infractions sur l'accessibilité.

Figure 5.32. Schéma de principe de la prise de terre commune (cas visés au point c.1. 1er et 2ème alinéas)

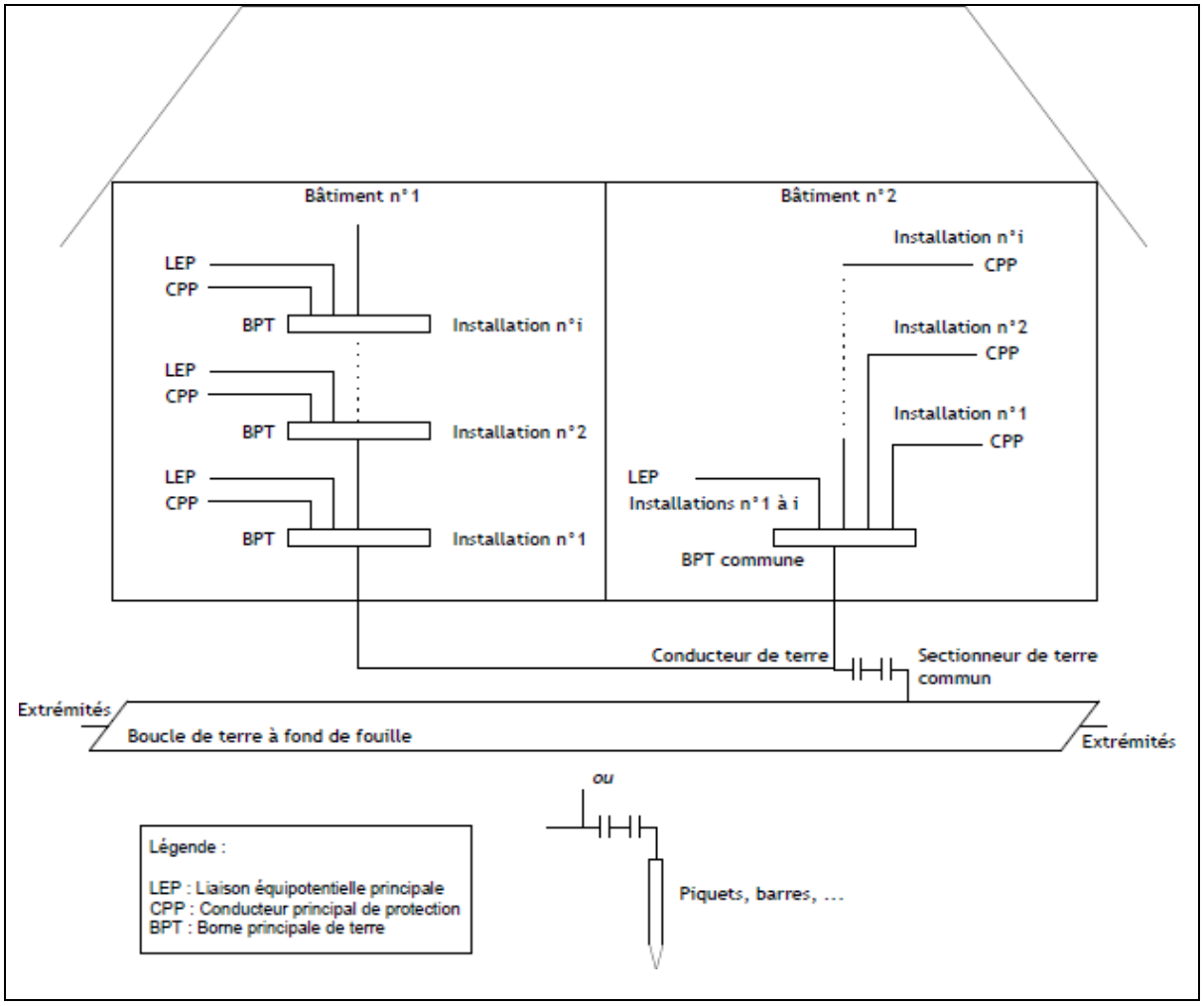
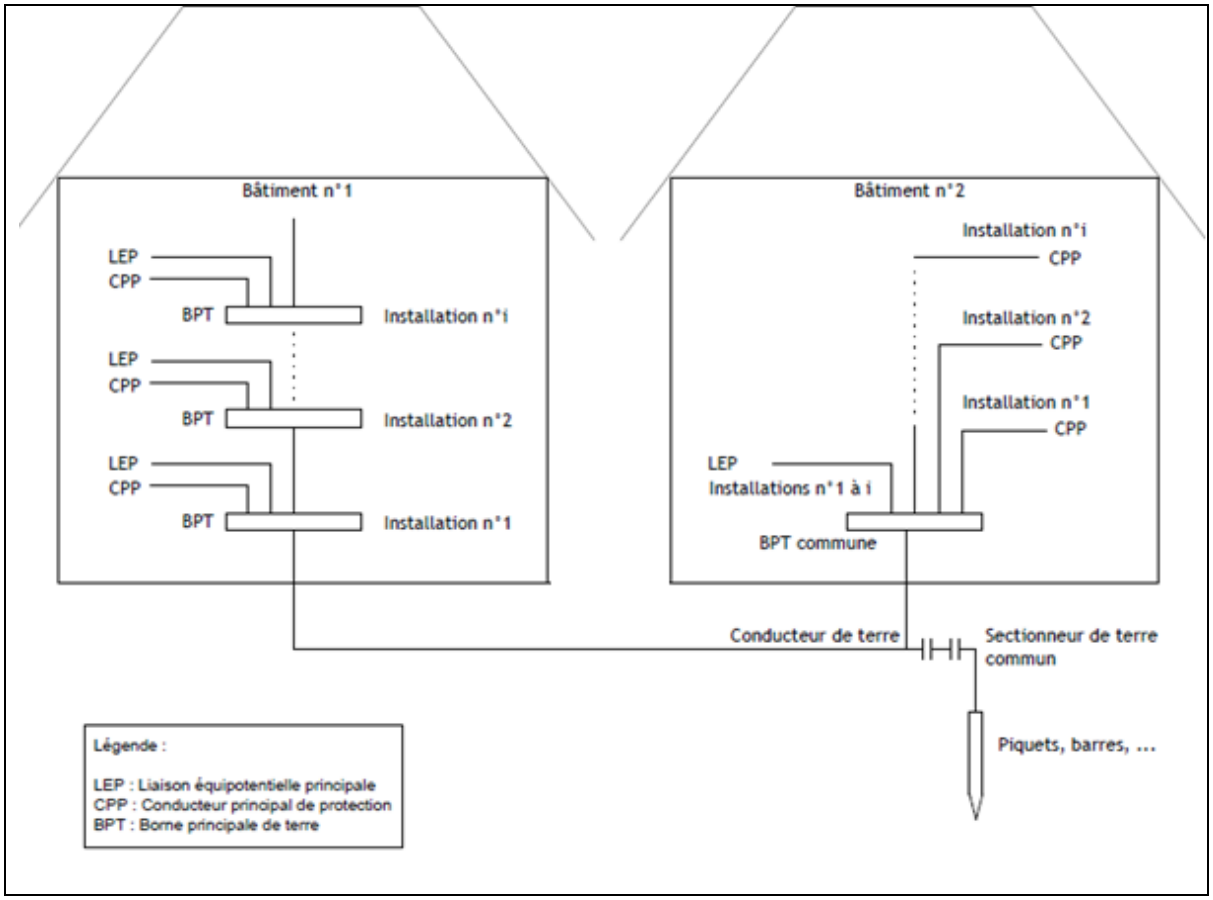


Figure 5.33. Schéma de principe de la prise de terre commune (cas visé au point c.1. 3ème alinéa)



Sous-section 5.4.2.2. Conducteur de terre

La section minimale des conducteurs de terre, y compris celle du conducteur de mise à la terre du neutre, est calculée comme celle d'un conducteur de protection.

Elle doit au moins être égale à:
- 16 mm² si les conducteurs sont en cuivre et munis d'un revêtement les protégeant contre la corrosion;
- 25 mm² si ces conducteurs sont en cuivre, dans les autres cas;
- 50 mm² si ces conducteurs sont en aluminium ou en acier.

Les conducteurs en aluminium isolés ou non ne peuvent pas être enterrés.

Section 5.4.3. Conducteurs de protection

Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs

Peuvent être utilisés comme conducteurs de protection:
- des conducteurs indépendants;
- des conducteurs empruntant les mêmes canalisations électriques que les conducteurs actifs de l'installation, pour autant qu'ils soient isolés de la même façon que les autres conducteurs;
- des gaines métalliques ou écrans, nus ou isolés, de canalisations électriques, dont l'aptitude à cet égard est reconnue par les règles de l'art, en particulier, la gaine extérieure des canalisations électriques blindées à isolant minéral ainsi que les conduits lorsque les règles correspondantes le prévoient; ils ne peuvent cependant servir de conducteur de protection que pour les circuits auxquels ils sont associés; leur continuité électrique ne peut être compromise par détérioration mécanique, chimique ou électrochimique;
- des enveloppes métalliques des canalisations préfabriquées si elles satisfont simultanément aux conditions suivantes:
  - leur continuité électrique est assurée lors de la construction ou au moyen de connexions efficaces;
  - leur continuité électrique ne peut être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques;

- le raccordement d'autres conducteurs de protection est possible sur leur parcours;

– des parties d'enveloppes d'ensembles montés en usine, dans la mesure où les règles correspondantes le permettent et moyennant respect des conditions mentionnées ci-dessus;
– sauf dans les circuits où le conducteur neutre et le conducteur de protection sont combinés (réseau TN-C), les éléments conducteurs tels que charpentes métalliques, carcasses de machines, charpentes d'engin de levage, les canalisations d'eau d'un réseau privé et indépendant s'ils satisfont simultanément aux conditions suivantes:
  - leur continuité électrique est assurée soit par construction, soit au moyen de connexions appropriées;
  - leur continuité électrique ne peut être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques;
  - ils ne sont pas démontés sans que des mesures compensatrices ne soient mises en œuvre.

Dans les lieux domestiques, seuls les conducteurs de protection en cuivre sont admis. Ils sont autant que possible isolés.

Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs

La section minimale S_p du conducteur de protection donnée en mm² est au moins égale à la valeur déterminée par la formule suivante:

$$S_p = \frac{I}{k} \cdot \sqrt{t}$$

où:
– *I:* la valeur efficace du courant de défaut, en ampères, qui peut traverser le dispositif de protection pour un défaut d'impédance négligeable; le pouvoir limiteur du dispositif de protection est pris en compte;
– *t:* le temps en secondes de fonctionnement du dispositif de coupure, au plus égal à 5 s;
– k*:* une constante dont la valeur dépend de la nature du métal du conducteur de protection et de son isolation, indiquée dans le *tableau 5.9.*

Tableau 5.9. Valeurs de k pour des conducteurs de protection

Valeurs de k pour des conducteurs de protection isolés, non incorporés aux câbles, ou conducteurs de protection nus en contact avec le revêtement de câbles			
Matériau du conducteur	***Nature de l'isolant des conducteurs de protection ou des revêtements de câbles***		
	Polychlorure de vinyle (PVC)	*Polyéthylène réticulé (PRC) Ethylènepropylène (EPR)*	*Caoutchouc butyl (B)*
Cuivre	*143*	*176*	*160*
Aluminium	*95*	*116*	*110*
Acier	*52*	*64*	*60*
Valeurs de k pour des conducteurs de protection constitutifs d'un câble multipolaire			
Matériau du conducteur	***Nature de l'isolant des conducteurs de protection***		
	Polychlorure de vinyle (PVC)	*Polyéthylène réticulé (PRC) Ethylènepropylène (EPR)*	*Caoutchouc butyl (B)*
Cuivre	*115*	*143*	*134*
Aluminium	*76*	*94*	*89*
Valeurs de k pour des conducteurs nus ne touchant aucun matériau susceptible d'être endommagé par la température maximale autorisée			
Matériau du conducteur	***Conditions de placement***		
	Visibles et dans des locaux réservés	*Dans les bâtiments*	
		Sans risque particulier d'incendie	*Avec risques d'incendie*
Cuivre	*228*	*159*	*138*
Aluminium	*125*	*105*	*91*
Acier	*82*	*58*	*50*

L'application de la formule énoncée ci-avant pour la détermination de la valeur de S_p n'est pas nécessaire si les sections des conducteurs de protection respectent les prescriptions du *tableau 5.10.*

Tableau 5.10. Section minimale des conducteurs de protection pour laquelle la détermination par calcul de la valeur S_p n'est pas nécessaire

Section des conducteurs de l'installation (S en mm²)	*Section minimale des conducteurs de protection (S_p en mm²)*
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$0{,}5 \cdot S$

Si l'application de cette règle conduit à des valeurs non normalisées, on utilise des conducteurs ayant la section normalisée la plus proche de S_p.

Les valeurs ainsi déterminées ne sont valables que si les conducteurs de protecteur sont constitués du même métal que les conducteurs actifs. S'il n'en est pas ainsi, les sections des conducteurs de protection sont déterminées de manière à présenter une conductance équivalant à celle qui résulte de l'application de la section minimum du conducteur de protection déterminée par l'application du tableau.

En outre, lorsque le conducteur de protection ne fait pas partie de la canalisation électrique d'alimentation, il a au moins une section S_P égale à:
- 2,5 mm² s'il comporte une protection mécanique;
- 4 mm² s'il ne comporte pas de protection mécanique.

La section minimale du conducteur principal de protection est calculée comme celle d'un conducteur de protection.

Sous-section 5.4.3.3. Repérage des conducteurs

Lorsque le conducteur de protection incorporé ou non à un câble possède une isolation, celle-ci est de couleur vert-jaune telle que définie par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou elle répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Il n'est pas nécessaire de repérer, par cette coloration, un conducteur des câbles souples méplats à 3 conducteurs sans gaine supplémentaire. Dans ce cas, le conducteur médian assume la fonction de conducteur de protection si le circuit correspondant comporte un tel conducteur de protection.

Pour les canalisations préassemblées, dont l'isolation est prévue pour résister aux intempéries, le repérage peut se faire par un autre moyen que la coloration.

Lorsque des câbles sont d'un type tel qu'il est techniquement impossible de donner la coloration vert-jaune à leur isolation, le repérage du conducteur de protection peut se faire par une autre coloration que le vert-jaune à condition qu'elle soit différente de la coloration unique des conducteurs de phase et de la couleur bleue.

Sous-section 5.4.3.4. Installation des conducteurs

Les conducteurs de protection sont convenablement protégés contre les détériorations mécaniques et chimiques et les effets électrodynamiques.

Les connexions sont réalisées de manière sûre selon les règles de l'art.

Sous-section 5.4.3.5. Continuité électrique

Sauf spécification contraire, aucun appareil de coupure tel que coupe-circuit à fusibles, interrupteur ou sectionneur n'est inséré dans le circuit des conducteurs de protection.

Cependant, pour permettre la mesure de la résistance de dispersion de la prise de terre, il est indispensable de prévoir un dispositif de coupure (sectionneur de terre) qui est démontable seulement à l'aide d'un outil.

Sous-section 5.4.3.6. Connexion des conducteurs au matériel électrique

Les machines et appareils électriques de la classe I sont pourvus de bornes qui peuvent admettre les conducteurs de protection.

L'enlèvement d'une machine ou d'un appareil électrique ne peut interrompre la continuité du circuit de protection.

Dans les lieux domestiques, les canalisations électriques comportent un conducteur de protection, à l'exception de celles aboutissant aux interrupteurs, de celles à très basse tension de sécurité et de celles en amont du ou des différentiels généraux. Les interrupteurs pour usages domestiques doivent

répondre soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Section 5.4.4. Liaisons équipotentielles

Sous-section 5.4.4.1. Liaisons équipotentielles principales

a. Section des conducteurs

Le conducteur principal d'équipotentialité a une section au moins égale à la moitié de celle du plus gros des conducteurs de protection de l'installation, le conducteur de terre étant exclu, avec un minimum de 6 mm² en cuivre.

Toutefois sa section peut être limitée:
- à 25 mm² si le conducteur est en cuivre;
- à la section électriquement équivalente s'il s'agit d'un autre métal.

b. Réalisation

Le conducteur principal d'équipotentialité répond aux prescriptions applicables au conducteur de protection. Il est installé et raccordé conformément à ces mêmes prescriptions (*sous-sections 5.4.3.4.* et *5.4.3.6.*).

Le conducteur principal d'équipotentialité possède une isolation de couleur vert-jaune.

Sous-section 5.4.4.2. Liaisons équipotentielles supplémentaires

a. Section des conducteurs

La section des conducteurs de la liaison équipotentielle supplémentaire est au moins égale à:
- la moitié de celle du conducteur de protection relié à une masse, le conducteur de terre étant exclu, si la liaison équipotentielle relie cette masse à un élément conducteur étranger;
- la plus petite section des conducteurs de protection reliés, à des masses d'appareils différents; dans ce cas, il y a lieu de s'assurer que la réalisation d'une liaison équipotentielle entre ces deux masses appartenant à des circuits de sections très différentes ne risque pas de provoquer, dans le conducteur de protection de plus faible section, le passage d'un courant de défaut provoquant une contrainte thermique supérieure à celle admissible dans ce conducteur.

En tout cas, les sections ne peuvent être inférieures à:
- 2,5 mm² lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement;
- 4 mm² lorsqu'ils ne le sont pas.

b. Réalisation

Les conducteurs supplémentaires d'équipotentialité sont installés et raccordés conformément aux prescriptions applicables aux conducteurs de protection (*sous-sections 5.4.3.4.* et *5.4.3.6.*).

Les conducteurs supplémentaires d'équipotentialité possèdent une isolation de couleur vert-jaune.

c. Vérification d'efficacité

En cas de doute, on vérifie l'efficacité de la liaison équipotentielle supplémentaire en s'assurant que l'impédance entre toute masse considérée et toute autre masse ou tout élément conducteur simultanément accessible est inférieure ou égale à U/I_a:
- U : étant la tension de contact présumée;
- I_a: étant le courant de fonctionnement du dispositif de protection, dans le temps spécifié à la courbe de sécurité, suivant la valeur de la tension de contact présumée.

Si la vérification est effectuée entre deux masses alimentées par des circuits différents, la condition ci-dessus est également vérifiée pour les dispositifs de protection de chacun des circuits intéressés.

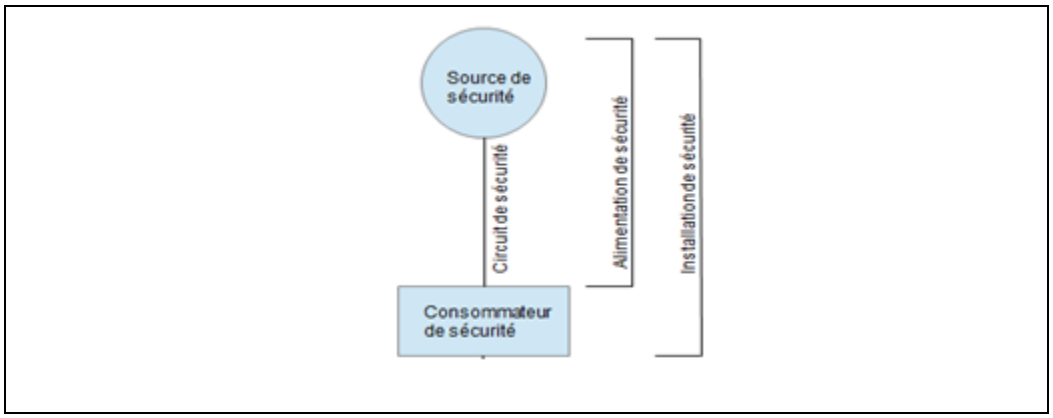
Chapitre 5.5. Installations de sécurité

Section 5.5.1. Généralités

Le présent chapitre traite des prescriptions spécifiques relatives au choix et à la mise en oeuvre des installations de sécurité.

L'installation de sécurité peut être représentée d'une manière générale selon la *figure 5.34.*

Figure 5.34. Principe d'une installation de sécurité



Les prescriptions spécifiques, décrites dans un autre référentiel, peuvent déroger à celles du présent chapitre, si l'installation de sécurité répond à l'ensemble des exigences de cet autre référentiel. Les prescriptions spécifiques du présent chapitre non couvertes par cet autre référentiel restent d'application. L'obligation d'au moins répondre aux obligations légales reste toujours d'application.

On entend ci-dessus par autre référentiel:
- soit une exigence légale d'application en Belgique;
- soit une norme technique y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN.

L'exploitant ou son délégué doit réaliser une analyse des risques des installations de sécurité. Celle-ci comprend au moins:
- la détermination des installations de sécurité;
- la détermination du temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité;
- la détermination des caractéristiques des sources de sécurité.

Les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité sont mentionnées dans la liste des installations de sécurité. La liste et l'analyse des risques des installations de sécurité sont tenues à la disposition de l'organisme agréé et du fonctionnaire chargé de la surveillance.

On entend dans le *chapitre 5.5.* par:
- redondance des consommateurs de sécurité: l'utilisation de plusieurs consommateurs de sécurité pour garantir la même fonction et dont la perte d'un ou de plusieurs des consommateurs de sécurité redondants n'entrave pas le but prédéterminé. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations de sécurité;
- redondance des canalisations électriques: l'utilisation de plusieurs canalisations électriques pour alimenter via une boucle des tableaux de répartition et de manoeuvre ou des consommateurs d'une installation de sécurité et dont la perte d'une ou de plusieurs des canalisations électriques redondantes n'entrave pas l'alimentation des tableaux répartition et de manoeuvre ou des consommateurs. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations de sécurité.

Section 5.5.2. Objectifs

Le maintien de la fonction de l'installation de sécurité doit être garanti en cas:
- de perte de la source normale;
- d'incendie;
- de défaut électrique.

Afin de satisfaire à ces conditions, il est nécessaire de choisir des sources, des matériels, des circuits et des canalisations électriques spécifiques.

Il convient aussi de tenir compte des influences externes qui peuvent perturber le maintien de la fonction de l'installation de sécurité. Elles sont déterminées par l'exploitant ou son délégué lors du choix et de la mise en oeuvre du matériel électrique.

Section 5.5.3. Détermination des installations de sécurité

Sont déterminées comme installations de sécurité:
- celles imposées dans les exigences légales tels que spécifiées à la *section 5.5.1.*;
- et celles définies sur base d'une analyse des risques des installations de sécurité par l'exploitant ou son délégué.

Par définition, les consommateurs à sécurité positive ne font pas partie des installations de sécurité.

L'exploitant ou son délégué établit la liste des installations de sécurité. Cette liste spécifie pour chaque installation de sécurité la référence (analyse des risques ou exigences légales).

Les installations de sécurité figurent sur un ou plusieurs plans des installations de sécurité. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Section 5.5.4. Détermination du temps de maintien de la fonction des consommateurs de sécurité

Le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité est déterminé:
- soit par un référentiel tel que spécifié à la *section 5.5.1.*;
- soit par l'analyse des risques des installations de sécurité.

La liste des installations de sécurité spécifie pour chaque consommateur de sécurité leur temps de maintien de la fonction.

Section 5.5.5. Mesures à prendre en cas de perte de la source normale

Sous-section 5.5.5.1. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La source intégrée au consommateur de sécurité doit s'enclencher automatiquement en cas de perte de la source normale. Cette source doit assurer un temps de fonctionnement au moins égal au temps de maintien défini à la *section 5.5.4.*

L'analyse des risques des installations de sécurité ou d'éventuels référentiels déterminent:
- la nécessité du signalement de la perte de la source normale et des moyens éventuels à mettre en œuvre;
- la nécessité du signalement des défaillances et des moyens éventuels à mettre en oeuvre;
- la fréquence des tests de basculement.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de sécurité intégrée au consommateur de sécurité par le biais d'entretiens et de surveillances. Il doit réaliser des tests de basculement réguliers et il doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations de sécurité. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Sous-section 5.5.5.2. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

Pour les sources de sécurité, l'analyse des risques des installations de sécurité détermine au moins:
- leur nombre;
- leur disposition;
- leur temps de commutation;
- l'emplacement des mesures de tension pour le basculement automatique (en tenant compte des variations de tension et de fréquence);
- la nécessité du signalement de la perte de la source normale et des moyens éventuels à mettre en œuvre;
- la nécessité du signalement des défaillances et des moyens éventuels à mettre en oeuvre;
- la fréquence des tests de basculement;
- la séquence de l'enclenchement de l'ensemble des sources de sécurité.

Les sources de sécurité reconnues sont les suivantes:
- batteries;
- piles;
- groupes électrogènes indépendants de la source normale;
- sources d'alimentation sans interruption (appelées aussi uninterruptible power supply).

On entend par source de sécurité: une ou un ensemble de sources de sécurité.

La source de sécurité doit s'enclencher automatiquement et suivant la séquence déterminée dans l'analyse des risques des installations de sécurité en cas de perte de la source normale.

La source de sécurité doit être installée à poste fixe de telle manière qu'elle ne puisse pas être affectée par la perte de la source normale.

La source de sécurité doit garantir le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qui lui est raccordé.

La source de sécurité doit être installée dans un lieu approprié et exclusivement dédié pour celle-ci. Le lieu est accessible seulement aux personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

La source de sécurité doit être conçue et installée de façon à limiter le risque qu'un incendie, une inondation, le gel ou le vandalisme et autres conditions préjudiciables aient une incidence sur la disponibilité de l'alimentation de sécurité.

L'emplacement de la source de sécurité doit être convenablement ventilé de façon telle que les gaz et les fumées qu'elle produit ne puissent se propager dans des locaux accessibles aux personnes.

Des branchements séparés, indépendants et alimentés par un réseau de distribution (basse tension ou haute tension) ne sont pas admis comme source de sécurité.

La puissance de la source de sécurité est telle que le démarrage et le fonctionnement des consommateurs de sécurité qui sont raccordés à la source de sécurité soient garantis dans les conditions les plus défavorables. Une source de sécurité peut être utilisée, également avec ou sans délestage, pour des consommateurs autres que les consommateurs de sécurité à condition que sa disponibilité pour les consommateurs de sécurité ne soit pas affectée.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de sécurité par le biais d'entretiens et de surveillances. Ceci comprend par exemple la disponibilité des auxiliaires de la source de sécurité, du niveau de carburant, du niveau de charge des batteries, … L'exploitant doit réaliser des tests de basculement réguliers. Un test de basculement sur charge doit être réalisé au minimum une fois par an. L'exploitant doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations de sécurité. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Section 5.5.6. Mesures à prendre en cas d'incendie

Sous-section 5.5.6.1. Généralités

a. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La résistance au feu des consommateurs de sécurité et de leurs circuits (tableaux de répartition et de manoeuvre et canalisations électriques) n'est pas exigée. Cependant, ceci n'exclut pas l'utilisation de consommateurs de sécurité présentant une résistance au feu pour répondre à d'autres obligations.

Les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande des consommateurs de sécurité doivent satisfaire aux exigences des canalisations électriques de la *sous-section 5.5.6.4.*, sauf si elles n'affectent pas leur bon fonctionnement.

b. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

La résistance au feu des consommateurs de sécurité n'est pas exigée. Cependant, ceci n'exclut pas l'utilisation de consommateurs de sécurité présentant une résistance au feu pour répondre à d'autres obligations.

Les *sous-sections 5.5.6.2.* à *5.5.6.4.* sont d'application pour la source de sécurité et les circuits de sécurité.

Les conducteurs de protection indépendants et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande des installations de sécurité doivent satisfaire aux exigences des canalisations électriques de la *sous-section 5.5.6.4.*, sauf si elles n'affectent pas le bon fonctionnement des installations de sécurité.

Sous-section 5.5.6.2. Source de sécurité non-intégrée

Chaque local, dans lequel une source de sécurité non-intégrée est installée, doit présenter par rapport aux locaux adjacents une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'elle alimente. Les conduites d'évacuation des fumées et d'aération doivent aussi présenter une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de résistance au feu du local de la source de sécurité, lorsque ces conduites traversent d'autres locaux que le local de la source de sécurité.

Sous-section 5.5.6.3. Tableaux de répartition et de manœuvre des circuits de sécurité (appelés tableau de sécurité dans ce Livre)

Les tableaux de sécurité sont:
- soit installés dans des locaux exclusivement dédiés qui présentent une résistance au feu au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent;
- soit résistant au feu (y compris leurs accessoires) pendant un temps au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent.

Les locaux et les tableaux de sécurité sont seulement accessibles au personnel BA4 (averti) ou BA5 (qualifié).

Les dispositions des deux alinéas précédents ne sont pas d'application pour les tableaux de commande et/ou de signalisation qui doivent rester accessibles pour des raisons de sécurité (par exemple: panneau de commande et de signalisation de la détection incendie).

En dérogation à l'obligation des locaux exclusivement dédiés pour la source de sécurité non-intégrée (*sous-section 5.5.5.2.* 7ème alinéa) et pour les tableaux de sécurité (*sous-section 5.5.6.3.* 1er alinéa), il est autorisé qu'une source de sécurité et des tableaux de sécurité soient installés dans le même local. Ce local doit présenter une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de maintien de fonction de chaque consommateur de sécurité que la source de sécurité et les tableaux de sécurité alimentent.

Il est autorisé d'installer des circuits autres que des circuits de sécurité dans les tableaux de sécurité, à condition que :
- les tableaux de sécurité présentent une résistance au feu, et
- les circuits qui ne sont pas de sécurité soient séparés des circuits de sécurité par une paroi ayant une résistance au feu au moins égale à celle du tableau de sécurité.

Sous-section 5.5.6.4. Canalisations électriques des circuits de sécurité

a. Généralités

Pour obtenir le maintien de la fonction des consommateurs de sécurité et des tableaux de sécurité, les canalisations électriques de leurs circuits de sécurité sont :
- soit non-redondantes et présentant une résistance au feu (voir *point b.*);
- soit redondantes (voir *point c.*).

Si la canalisation électrique du consommateur de sécurité ou du tableau de sécurité présente une résistance au feu, il y a lieu de prévoir lors de l'utilisation de boîtes de dérivation sur le parcours de la canalisation électrique, des boîtes de dérivation présentant une résistance au feu équivalente au temps de maintien de la fonction du consommateur de sécurité ou du tableau de sécurité alimenté par la canalisation électrique.

Dans les locaux qui sont exclusivement dédiés à la source de sécurité et au tableau de sécurité et qui présentent une résistance au feu au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent, la résistance au feu des canalisations électriques d'un circuit de sécurité dans ces locaux n'est pas requise, pour autant que la longueur totale des canalisations électriques de ce circuit de sécurité dans ces locaux n'excède pas 10 mètres.

Dans les compartiments (hors locaux visés à l'alinéa précédent) dans lequel est installé un consommateur de sécurité, la résistance au feu de la (des) canalisation(s) électrique(s) du circuit terminal de ce consommateur de sécurité dans ces compartiments n'est pas requise, pour autant que:
- la longueur totale de la (des) canalisation(s) électrique(s) de ce circuit terminal dans le compartiment n'excède pas 10 mètres; et
- le consommateur de sécurité ne présente aucune résistance au feu.

La résistance au feu du câblage interne des tableaux de sécurité n'est pas exigée.

b. Canalisations électriques non-redondantes des circuits de sécurité présentant une résistance au feu

Lorsque le tableau de sécurité ou le consommateur de sécurité est alimenté par une canalisation électrique non-redondante, les conducteurs isolés, les câbles et leurs accessoires :
- soit ont la caractéristique FR2 conformément au *tableau 4.8.* de la sous-section *4.3.3.4.* ou une caractéristique équivalente à celle-ci, garantissant un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.5.4.*;
- soit sont installés dans des systèmes de pose répondant au niveau de résistance au feu qui garantit un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.5.4.*;
- soit sont encastrés dans les planchers et les murs répondant au niveau de résistance au feu qui garantit un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.5.4.*;
- soit sont enterrés.

Si toutes les parties constituantes de l'ensemble (système de support, conducteur isolé, câble et fixation) ont chacune la résistance au feu requise pour le maintien de la fonction et si celles-ci sont installées conformément aux prescriptions des fabricants, alors l'ensemble est considéré comme ayant une caractéristique équivalente à FR2.

Tout conducteur isolé ou câble ajouté au système de support d'un ensemble ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 doit avoir la caractéristique FR2 ou FR1. La classification concernant les réactions au feu du *tableau 4.7.* de la *sous-section 4.3.3.4.* est aussi d'application.

Le montage et l'installation des canalisations électriques et de leurs fixations doivent garantir le maintien de la fonction du circuit de sécurité.

Dans des longues installations verticales, les fixations des canalisations électriques doivent garantir que les canalisations électriques ne s'affaissent pas prématurément lors d'un incendie.

Il y a lieu de tenir compte de l'influence négative possible du placement d'autres installations (électriques et non électriques) qui ne sont pas de sécurité et qui sont placées à proximité des installations de sécurité. Exemple d'une situation qui doit être évitée: un chemin de câbles n'ayant pas la caractéristique FR2 placé au-dessus d'un chemin de câbles ayant la caractéristique FR2 et pouvant tomber sur ce dernier en cas d'incendie.

Pour dimensionner la section des conducteurs, l'augmentation de la résistance des conducteurs de la canalisation électrique, de même que l'atténuation de tous signaux de transmission doivent être prises en compte en raison de l'augmentation de température en cas d'incendie. Il doit être tenu compte du compartiment comportant la plus grande chute de tension dans la canalisation électrique du circuit de sécurité. Il est permis de tenir compte de l'influence des moyens de protection d'incendie éventuels installés dans le compartiment (ex: sprinkler). L'élévation de la température ambiante maximale en cas d'incendie est déterminée par l'exploitant suivant la courbe température-temps normalisée qui détermine la durée de la résistance au feu des éléments de construction. Celle-ci dépend du temps de maintien de la fonction défini à la *section 5.5.4.* La section des conducteurs de la canalisation électrique peut être calculée suivant les règles de l'art.

c. Canalisations électriques redondantes des circuits de sécurité

Lorsque le tableau de sécurité ou le consommateur de sécurité est alimenté par plusieurs canalisations électriques (nombre à définir par l'analyse des risques des installations de sécurité) et si chaque canalisation électrique emprunte des compartiments séparés présentant une résistance au feu au moins équivalente au temps de maintien de la fonction du tableau de sécurité ou du consommateur de sécurité alimenté par les canalisations électriques redondantes, la résistance au feu des canalisations électriques n'est pas requise dans ces compartiments.

d. Cas spécifiques

En cas de redondance du consommateur de sécurité (nombre à définir par l'analyse des risques des installations de sécurité) et si chaque canalisation électrique vers un consommateur de sécurité redondant emprunte des compartiments différents présentant une résistance au feu au moins égale au temps de maintien de la fonction du consommateur de sécurité alimenté par la canalisation électrique, la résistance au feu de chaque canalisation électrique n'est pas requise dans ces compartiments.

Section 5.5.7. Mesures à prendre en cas de défaut électrique

Sous-section 5.5.7.1. Généralités

a. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La protection contre les surcharges, les courts-circuits et les contacts indirects des circuits des consommateurs de sécurité doit respecter les mesures de protection des *chapitres 4.2.* (protection contre les chocs électriques) et *4.4.* (protection électrique contre les surintensités).

Le fonctionnement correct d'un circuit avec des consommateurs de sécurité ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

b. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

Les *sous-sections 5.5.7.2.* à *5.5.7.5.* sont d'application pour les mesures à prendre en cas de défaut électrique dans un circuit de sécurité.

Sous-section 5.5.7.2. Mesures de protection générales des circuits de sécurité

Le fonctionnement correct d'un circuit de sécurité ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

Pour des sources d'alimentation (normal/de sécurité) qui ne sont pas conçues pour fonctionner en parallèle:
- toutes les précautions doivent être prises pour éviter la mise en parallèle des sources;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées pour chacune des sources.

Pour des sources d'alimentation (normal/de sécurité) qui sont conçues pour fonctionner en parallèle:
- le fonctionnement en parallèle de sources indépendantes peut exiger des dispositifs spéciaux, par exemple une protection contre le retour de puissance;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées aussi bien lorsque l'installation est alimentée séparément par l'une quelconque des deux sources que par les deux sources en parallèle;
- des précautions doivent être prises pour limiter le courant circulant dans les liaisons entre les points neutres des sources.

Les consommateurs de sécurité peuvent être répartis dans un ou plusieurs tableaux de sécurité.

Les tableaux principaux de sécurité auxquels sont connectés les consommateurs de sécurité ou les tableaux secondaires de sécurité, sont directement raccordés:
- à la source normale via le tableau principal basse tension par des appareils de protection exclusivement réservés à cette utilisation, et
- à la source de sécurité via un circuit dédié.

Il est autorisé par dérogation à cette sous-section que les consommateurs de sécurité soient alimentés directement par le tableau principal basse tension et/ou par la source de sécurité, via des circuits dédiés.

On entend par tableau principal basse tension: le tableau principal d'un bâtiment, d'une zone ou d'une installation partielle (ex.: installation extérieure).

Les consommateurs de sécurité redondants et les canalisations électriques redondantes sont protégés individuellement par des dispositifs de protection.

Sous-section 5.5.7.3. Protection contre les surcharges dans les circuits de sécurité

La protection contre les surcharges est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre la surcharge peut être omise:
1° si un circuit terminal de sécurité alimente un moteur électrique d'une installation de sécurité ne fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, et, si pour des raisons de sécurité, il est nécessaire que ce moteur puisse assurer son service même dans des conditions de défaut mécanique ou autre, à condition que:
   - soit l'apparition d'une surcharge soit surveillée;
   - soit sa canalisation électrique et son appareillage de commande et de protection puissent supporter les courants de surcharge résultant de tels défauts. Sauf indication contraire mentionnée par le constructeur de moteurs, on peut considérer que cette dernière condition est satisfaite si le courant assigné de l'appareillage de commande et de protection et le courant

admissible de la canalisation électrique sont déterminés pour un courant d'emploi égal à 2 fois le courant nominal du moteur. Pour exemple: les moteurs utilisés pour le système d'évacuation de la fumée et de la chaleur (EFC) lors d'un incendie.

2° pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

Sous-section 5.5.7.4. Protection contre les courts-circuits dans les circuits de sécurité

La protection contre les courts-circuits est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

Si un circuit de sécurité alimente plusieurs consommateurs de sécurité, un module isolateur contre le court-circuit au niveau de chaque consommateur de sécurité doit être prévu pour éviter la perte d'alimentation de tous les consommateurs de sécurité alimentés par le même circuit.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre les courts-circuits peut être omise pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

Sous-section 5.5.7.5. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits de sécurité

a. Généralités

La protection contre les défauts à la terre est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

Nonobstant les mesures de protection contre les contacts indirects, le maintien de la fonction d'un consommateur de sécurité ne peut pas être affecté par un 1er défaut à la terre dans un circuit de sécurité terminal lors du fonctionnement sur la source normale et sur la source de sécurité. Il y a lieu d'appliquer les mesures de protection du *point b*.

Pour les installations électriques des unités d'habitation qui doivent répondre aux prescriptions de la protection des circuits en général (*point b.* de la sous-section *4.2.4.3.*), le 2ème alinéa du *point a.* n'est pas d'application.

Le passage d'un schéma de mise à la terre vers un autre schéma de mise à la terre peut comporter certains risques auxquels il doit être apporté une attention particulière.

b. Mesures de protection à prendre

b.1. Mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre sont:

1. l'utilisation de matériel classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*sous-section 4.2.3.3.*);
2. l'utilisation de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*);
3. la protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (*sous-section 4.2.3.3.*);
4. l'utilisation de la TBTS ou de la TBTP (*sous-sections 4.2.3.3., 4.2.5.3., 4.2.5.4. et 4.2.5.5.*);
5. l'utilisation du schéma de mise à la terre IT sur l'ensemble ou une partie de l'installation de sécurité (à définir dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité) contrôlé par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore dès le premier défaut (*sous-section 4.2.3.4.*);
6. pour les consommateurs de sécurité ne fonctionnant qu'en cas de situations d'urgence (exemple: système d'évacuation de la fumée et de la chaleur (EFC) lors d'un incendie), une surveillance permanente de l'isolement du circuit terminal de sécurité par rapport à la terre par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore du défaut, et ceci pendant les périodes de non-fonctionnement du consommateur de sécurité.

Dès le moment où un dispositif de surveillance de l'isolement a signalé l'existence d'un défaut à la terre (*points 5.* et *6.*), les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

Pour l'utilisation du schéma IT (*point 5.*), il est important de répondre au moins aux conditions suivantes:

- les conditions de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*) en ce qui concerne l'étendue du circuit d'utilisation;

- il est interdit d'utiliser un système triphasé avec neutre distribué.

b.2. Mesures de protection avec coupure automatique au 1er défaut à la terre

Cela exige l'utilisation de la redondance des consommateurs de sécurité (voir *section 5.5.1.*).

En ce qui concerne la redondance des consommateurs de sécurité alimentés par plusieurs circuits différents, un défaut se produisant dans un circuit ne peut pas affecter la protection contre les chocs électriques et le fonctionnement correct des autres circuits.

b.3. Autres mesures de protection

Les mesures des *points b.1.* et *b.2.* doivent être choisies de préférence. Par dérogation aux *points b.1.* et *b.2.*, il est autorisé:

1. de ne pas protéger des parties de circuits de sécurité contre un défaut à la terre à condition que :
   - ces parties soient installées dans un lieu uniquement accessible à du personnel BA4 (averti) ou BA5 (averti), et
   - ces parties soient pourvues d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur le risque, par exemple: « parties non protégées contre les défauts à la terre », et
   - ces parties soient protégées, comme il s'agissait de parties actives par des obstacles, des mesures d'éloignement ou des enveloppes conformément aux *sous-sections 4.2.2.1.* et *4.2.2.4.*

Des mesures doivent être prises pour éviter des différences de potentiel dangereuses en dehors de ce lieu.

2. L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base de l'analyse des risques des installations de sécurité d'autres mesures techniques ou organisationnelles (avec ou sans coupure automatique au 1er défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs de sécurité lors d'un 1er défaut à la terre.

Section 5.5.8. Prescriptions particulières

a. Repérages

Des repérages permettent de reconnaître les installations de sécurité. Les éléments suivants doivent être identifiés:
- les sources de sécurité non-intégrées;
- les tableaux de sécurité;
- les appareils de commande et de protection des circuits de sécurité;
- les appareils de protection exclusivement réservés aux tableaux de sécurité ou aux consommateurs de sécurité dans le tableau principal de répartition et de manœuvre basse tension;
- les appareils de commande et de protection des consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée;
- les systèmes de supports des canalisations électriques des circuits de sécurité;
- les consommateurs de sécurité.

Sont pourvus d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur les risques d'une mise hors service, par exemple: «NE PAS DECONNECTER L'INSTALLATION DE SECURITE»:
- les appareils de commande et de protection des circuits de sécurité;
- les appareils de protection exclusivement réservés aux tableaux de sécurité ou aux consommateurs de sécurité dans le tableau principal de répartition et de manoeuvre basse tension;
- les appareils de commande et de protection des consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée.

Les systèmes de supports en combinaison avec des canalisations électriques ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristiques équivalente à FR2 sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui indique leur poids admissible par mètre courant.

b. Autres prescriptions

Les matériels des installations de sécurité doivent être disposés de façon à faciliter leur manoeuvre, leur visite, leur entretien et l'accès à leurs connexions.

Les canalisations électriques des circuits de sécurité ne peuvent comporter que des conducteurs de circuits de sécurité.

Chapitre 5.6. Installations critiques

Section 5.6.1. Généralités

Le présent chapitre traite des prescriptions spécifiques relatives au choix et à la mise en œuvre des installations critiques.

L'exploitant ou son délégué détermine les installations critiques sur base d'une analyse des risques. Il établit la liste des installations critiques. Les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations critiques sont mentionnées dans la liste des installations critiques. La liste et l'analyse des risques des installations critiques sont tenues à la disposition de l'organisme agréé et du fonctionnaire chargé de la surveillance. Celles-ci figurent sur un ou plusieurs plans des installations critiques. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agrée.

Peuvent être considérées comme installations critiques: ligne de production, local serveur, salle de contrôle, bâtiment abritant un élevage industriel d'animaux, …

Pour garantir le maintien de la fonction d'une installation critique, l'exploitant ou son délégué a toujours la possibilité, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, de prendre d'autres mesures que celles du présent chapitre et qu'il juge suffisantes. Par exemples: le signalement d'un arrêt éventuel de l'installation, des mesures organisationnelles, l'utilisation de dispositifs de protection à réenclenchement automatique (*sous-section 5.3.3.5.*), …

Il convient principalement de considérer le maintien de la fonction de ces installations en cas de défaut électrique. L'exploitant ou son délégué choisit de prendre en compte, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, la nécessité de mesures particulières en cas de perte de la source normale et/ou d'incendie.

Si nécessaire, il convient aussi de tenir compte des influences externes qui peuvent perturber le maintien de la fonction de l'installation critique. Elles sont déterminées par l'exploitant ou son délégué lors du choix et de la mise en œuvre du matériel électrique.

On entend dans le *chapitre 5.6.* par:
- redondance des consommateurs critiques: l'utilisation de plusieurs consommateurs critiques pour garantir la même fonction et dont la perte d'un ou de plusieurs des consommateurs critiques redondants n'entrave pas le but prédéterminé. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations critiques;
- redondance des canalisations électriques: l'utilisation de plusieurs canalisations électriques pour alimenter via une boucle des tableaux de répartition et de manoeuvre ou des consommateurs d'une installation critique et dont la perte d'une ou de plusieurs des canalisations électriques redondantes n'entrave pas l'alimentation des tableaux répartition et de manoeuvre ou des consommateurs. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations critiques.

Section 5.6.2. Mesures de protection à prendre

Sous-section 5.6.2.1. Généralités

Les consommateurs critiques peuvent être répartis dans un ou plusieurs tableaux de répartition et de manœuvre (appelés dans ce livre tableaux critiques).

Il est autorisé de placer des circuits critiques dans des tableaux de sécurité, à condition de respecter les prescriptions des tableaux de sécurité reprises dans le *chapitre 5.5.* Le tableau concerné doit alors être considéré comme un tableau de sécurité.

Les tableaux principaux critiques auxquels sont connectés les consommateurs critiques ou les tableaux secondaires critiques, sont directement raccordés:
- à la source normale via le tableau principal basse tension par des appareils de protection exclusivement réservés à cette utilisation, et
- à la source éventuelle de remplacement non-intégrée via un circuit dédié.

Il est autorisé par dérogation à cette sous-section que les consommateurs critiques soient alimentés directement par la source éventuelle de remplacement non-intégrée et/ou par le tableau principal basse tension, via des circuits dédiés.

On entend par tableau principal basse tension: le tableau principal d'un bâtiment, d'une zone ou d'une installation partielle (ex.: installation extérieure).

Sous-section 5.6.2.2. En cas de perte de la source normale

L'exploitant ou son délégué détermine si nécessaire, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, les mesures sur le choix et la mise en œuvre d'une source de remplacement pour garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques. Il tient compte éventuellement de certaines mesures des installations de sécurité en ce qui concerne les mesures à prendre pour les sources de sécurité (*section 5.5.5.*) : type, caractéristiques, emplacement, accessibilité, enclenchement, puissance, test ...

Si une source de remplacement non-intégrée est utilisée, les prescriptions suivantes sont toujours d'application:

1° Pour des sources d'alimentation (normal/de remplacement) qui ne sont pas conçues pour fonctionner en parallèle:
- toutes les précautions doivent être prises pour éviter la mise en parallèle des sources;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées pour chacune des sources.

2° Pour des sources d'alimentation (normal/de remplacement) qui sont conçues pour fonctionner en parallèle:
- le fonctionnement en parallèle de sources indépendantes peut exiger des dispositifs spéciaux, par exemple une protection contre le retour de puissance;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées aussi bien lorsque l'installation est alimentée séparément par l'une quelconque des deux sources que par les deux sources en parallèle;
- des précautions doivent être prises pour limiter le courant circulant dans les liaisons entre les points neutres des sources.

L'exploitant ou son délégué détermine le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur critique sur base de l'analyse des risques des installations critiques. La liste des installations critiques spécifie le temps de maintien de la fonction pour chaque consommateur critique.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de remplacement par le biais d'entretiens et de surveillances. Ceci comprend par exemple pour la source de remplacement non-intégrée: la disponibilité des auxiliaires de la source de remplacement, du niveau de carburant, du niveau de charge des batteries, le test de basculement sur charge au minimum une fois par an … L'exploitant doit réaliser des tests de basculement réguliers. L'exploitant doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations critiques. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Sous-section 5.6.2.3. En cas d'incendie

L'exploitant ou son délégué détermine si nécessaire, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, les mesures à prendre en cas d'incendie pour garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques.

Il tient compte éventuellement de certaines mesures des installations de sécurité en ce qui concerne les mesures à prendre en cas d'incendie (*section 5.5.6.*): résistance au feu de la source, des tableaux de manœuvre et de répartition, des canalisations électriques, …

Sous-section 5.6.2.4. En cas de défaut électrique

a. Généralités

Le fonctionnement correct d'un circuit critique ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

Les consommateurs critiques redondants et les canalisations électriques redondantes sont protégés par des dispositifs de protection individuels.

b. Protection contre les surcharges

La protection contre les surcharges est à prévoir pour tous les circuits critiques.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre la surcharge peut être omise:
1° si un circuit terminal critique alimente un moteur électrique d'une installation critique ne

fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, et si, pour des raisons de sécurité, il est nécessaire que ce moteur puisse assurer son service même dans des conditions de défaut mécanique ou autre, à condition que:
- soit l'apparition d'une surcharge soit surveillée;
- soit sa canalisation électrique et son appareillage de commande et de protection puissent supporter les courants de surcharge résultant de tels défauts. Sauf indication contraire mentionnée par le constructeur de moteurs, on peut considérer que cette dernière condition est satisfaite si le courant assigné de l'appareillage de commande et de protection et le courant admissible de la canalisation électrique sont déterminés pour un courant d'emploi égal à 2 fois le courant nominal du moteur. Pour exemple: un moteur assurant la ventilation d'un bâtiment abritant un élevage industriel d'animaux.

2° pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

c. Protection contre les courts-circuits

La protection contre les courts-circuits est à prévoir pour tous les circuits critiques.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre les courts-circuits peut être omise pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

d. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits critiques

d.1. Généralités

La protection contre les défauts à la terre est à prévoir pour tous les circuits critiques.

Nonobstant les mesures de protection contre les contacts indirects, le maintien de la fonction d'un consommateur critique ne peut pas être affecté par un 1er défaut à la terre dans le circuit critique terminal lors du fonctionnement sur la source normale et sur la source de remplacement non-intégrée (si d'application). Il y a lieu d'appliquer les mesures de protection du *point d.2.*

Pour les installations électriques des unités d'habitation qui doivent répondre aux prescriptions de la protection des circuits en général (*point b.* de la *sous-section 4.2.4.3.*), le 2ème alinéa du *point d.1.* n'est pas d'application. Cela exige de prévoir pour les consommateurs critiques une source de remplacement intégrée ou non-intégrée.

Le passage d'un schéma de mise à la terre vers un autre schéma de mise à la terre peut comporter certains risques auxquels il doit être apporté une attention particulière.

d.2. Mesures de protection à prendre

d.2.1. Mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre sont:
1. l'utilisation de matériel classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*sous-section 4.2.3.3.*);
2. l'utilisation de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*);
3. la protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (*sous-section 4.2.3.3.*);
4. l'utilisation de la TBTS ou de la TBTP (*sous-sections 4.2.3.3., 4.2.5.3., 4.2.5.4. et 4.2.5.5.*);
5. l'utilisation du schéma de mise à la terre IT sur l'ensemble ou une partie de l'installation critique (à définir dans le cadre de l'analyse des risques des installations critiques) contrôlé par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore dès le premier défaut (*sous-section 4.2.3.4.*);
6. pour des consommateurs critiques ne fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, une surveillance permanente de l'isolement du circuit terminal critique par rapport à la terre pendant les périodes de non utilisation par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore du défaut.

Dès le moment où un dispositif de surveillance de l'isolement a signalé l'existence d'un défaut à la terre (*points 5.* et *6.*), les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

Pour l'utilisation du schéma IT (*point 5.*), il est important de répondre au moins aux conditions suivantes:

- les conditions de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*) en ce qui concerne l'étendue du circuit d'utilisation;
- il est interdit d'utiliser un système triphasé avec neutre distribué.

d.2.2. Mesures de protection avec coupure automatique au 1er défaut à la terre

Cela exige l'utilisation de la redondance des consommateurs critiques (voir *section 5.6.1.*).

En ce qui concerne la redondance des consommateurs critiques alimentés par plusieurs circuits différents, un défaut se produisant dans un circuit ne peut pas affecter la protection contre les chocs électriques et le fonctionnement correct des autres circuits.

d.2.3 Autres mesures de protection

Les mesures des *points d.2.1* et *d.2.2.* sont choisies en priorité. Par dérogation aux *points d.2.1.* et *d.2.2.*, il est autorisé:

1. de ne pas protéger des parties de circuits critiques contre un défaut à la terre à condition que :
   - ces parties soient installées dans un lieu uniquement accessible à du personnel BA4 (averti) ou BA5 (averti), et
   - ces parties soient pourvues d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur le risque, par exemple: « parties non protégées contre les défauts à la terre », et
   - ces parties soient protégées comme il s'agissait de parties actives par des obstacles, des mesures d'éloignement ou des enveloppes conformément aux *sous-sections 4.2.2.1.* et *4.2.2.4.*

   Des mesures doivent être prises pour éviter des différences de potentiel dangereuses en dehors de ce lieu.
2. L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base de l'analyse des risques des installations critiques d'autres mesures techniques ou organisationnelles (avec ou sans coupure automatique au 1er défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques lors d'un 1er défaut à la terre.

Sous-section 5.6.2.5. Prescriptions particulières

a. Repérages

Des repérages permettent de reconnaître les installations critiques. Les éléments suivants doivent être identifiés:

- les sources de remplacement non-intégrées;
- les tableaux critiques;
- les appareils de commande et de protection des circuits critiques;
- les consommateurs critiques.

Si des systèmes de supports en combinaison avec des canalisations électriques ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 sont placés, ils sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui indique leur poids admissible par mètre courant.

Tous les appareils de commande et de protection des circuits critiques sont pourvus d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur les risques d'une mise hors service, par exemple: «NE PAS DECONNECTER L'INSTALLATION CRITIQUE».

b. Autres prescriptions

Les matériels des circuits critiques, y compris les canalisations électriques, doivent être disposés de façon à faciliter leur manoeuvre, leur visite, leur entretien et l'accès à leurs connexions.

Les canalisations électriques des circuits critiques ne peuvent comporter que des conducteurs de circuits critiques.

Partie 6. Contrôles des installations

CHAPITRE 6.1. INTRODUCTION 183
CHAPITRE 6.2. DOMAINE D'APPLICATION 183
CHAPITRE 6.3. ORGANISMES AGRÉÉS 183
Section 6.3.1. Objet de l'agrément 183
Section 6.3.2. Définitions 183
Section 6.3.3. Conditions d'agrément 183
Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales 183
Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier 184
Section 6.3.4. Procédure d'agrément 184
Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément 184
Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs 184
Section 6.3.7. Critères de fonctionnement 185
Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance 186
Section 6.3.9. Surveillance et sanctions 186
Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques 186
CHAPITRE 6.4. CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AVANT MISE EN USAGE 187
Section 6.4.1. Généralités 187
Section 6.4.2. Contrôles administratifs 187
Section 6.4.3. Contrôles visuels 187
Section 6.4.4. Contrôles par essais 187
Section 6.4.5. Contrôles par mesures 187
Sous-section 6.4.5.1. Mesures d'isolement 187
Sous-section 6.4.5.2. Mesures de la résistance de dispersion des prises de terre 188
Section 6.4.6. Rapports 188
Sous-section 6.4.6.1. Généralités 188
Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les rapports d'une nouvelle installation électrique 188
Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion 188
Sous-section 6.4.6.4. Contenu du rapport de contrôle de conformité concernant les installations domestiques 188
Sous-section 6.4.6.5. Contenu du rapport de contrôle de conformité concernant les installations non-domestiques 189
Section 6.4.7. Cas spécifiques de contrôle de conformité avant mise en usage 189
Sous-section 6.4.7.1. Machines et appareils électriques 189
Sous-section 6.4.7.2. Installation transportable, mobile ou temporaire 190
Sous-section 6.4.7.3. Modification ou extension 190
CHAPITRE 6.5. VISITES DE CONTRÔLE 190
Section 6.5.1. Généralités 190
Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle 191
Section 6.5.3. Contrôles administratifs 191
Section 6.5.4. Contrôles visuels 191
Section 6.5.5. Contrôles par essais 191
Section 6.5.6. Contrôles par mesures 191
Section 6.5.7. Rapports 191
Sous-section 6.5.7.1. Généralités 191

Sous-section 6.5.7.2. Contenu du rapport de visite de contrôle concernant les installations domestiques 191
Sous-section 6.5.7.3. Contenu du rapport de visite de contrôle concernant les installations non-domestiques..... 193

Chapitre 6.1. Introduction

Cette partie concerne les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, les rapports à établir lors de ces contrôles ainsi que les conditions auxquelles doivent répondre les organismes agréés.

Chapitre 6.2. Domaine d'application

Les contrôles portent sur les installations électriques à basse tension ou très basse tension alternative ou continue, y compris les appareils d'utilisation à haute tension alimentés à partir d'un réseau à basse tension et dont la puissance de la partie haute tension n'excède pas 500 VA. Toutefois pour les lampes à décharges des enseignes lumineuses, la limite de 500 VA est réduite à 200 VA.

Chapitre 6.3. Organismes agréés

Section 6.3.1. Objet de l'agrément

Des organismes sont agréés par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions, pour l'exécution:
- des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques tels que prévus aux *chapitres 6.4.* et *6.5.*;
- et des contrôles des installations électriques tels que prévus au chapitre V du livre III, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail,

et ce conformément aux dispositions du présent chapitre.

Section 6.3.2. Définitions

Dirigeant technique: une personne désignée au sein de l'organisme agréé qui est chargée de la direction technique de l'organisme agréé;

Déclaration d'habilitation: déclaration écrite de l'organisme agréé par laquelle il reconnaît à un agent-visiteur son aptitude à effectuer dans un ou plusieurs domaines d'activités spécifiés, de façon autonome, des contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou des visites de contrôle;

Ministre: le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions;

Administration: la Direction générale de l'Energie du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie;

Commission: la Commission d'Avis et de Surveillance prévue à la *section 6.3.8.*;

Autorités de surveillance: les autorités visées au *point a.* de la *section 6.3.9.*

Section 6.3.3. Conditions d'agrément

Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales

a. L'organisme agréé doit:
   - avoir la personnalité juridique sous la forme d'une association sans but lucratif;
   - être accrédité conformément aux critères de la norme NBN EN ISO/IEC 17020 par le système belge d'accréditation créé par le Code Economique, en son Livre VIII, Titre 2, *Accréditation des organismes d'évaluation de la conformité* ou par un organisme d'accréditation équivalent au sein de l'Espace économique européen. Cette accréditation vise à établir les connaissances de la réglementation belge applicable aux installations électriques;
   - répondre en tant qu'organisme de contrôle de type A aux exigences y applicables selon la norme NBN EN ISO/IEC 17020.

b. Le dirigeant technique:
   - est porteur soit d'un diplôme d'ingénieur civil ou industriel soit d'un diplôme de master en sciences de l'ingénieur ou sciences industrielles délivré par un établissement d'enseignement supérieur belge ou d'un diplôme étranger reconnu équivalent à ceux-ci conformément à la réglementation applicable en la matière;
   - dispose d'une expérience professionnelle et scientifique adéquate pour pouvoir diriger l'organisme agréé avec la compétence nécessaire.

c. Le dirigeant technique et les agents-visiteurs doivent être attachés à l'organisme agréé au moyen d'un contrat de travail à durée indéterminée.

Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier

a) Les services de contrôle intégrés dans un service public ou dans une personne morale de droit public, qui ne sont pas constitués sous la forme d'une association sans but lucratif, doivent satisfaire aux conditions d'agrément aux *points a.,* 2e tiret et *b.* à *c.* de la *sous-section 6.3.3.1.*

b) Pour les services de contrôle intégrés dans un service public, la condition d'agrément du *point c.* de la *sous-section 6.3.3.1.* n'est pas d'application.

Section 6.3.4. Procédure d'agrément

a) La demande d'agrément est adressée à l'Administration par envoi recommandé. Elle se rapporte à l'un ou plusieurs des domaines d'activité repris ci-après:
   - installations domestiques à basse et à très basse tension visées dans le Livre 1;
   - installations dans les zones avec risques d'explosion visées dans les Livres 1, 2 et 3;
   - installations à basse et à très basse tension non précisées dans les domaines précités visées dans les Livres 1 et 3;
   - installations à haute tension (à l'exclusion des lignes aériennes à haute tension) visées dans les Livres 2 et 3;
   - lignes aériennes à haute tension (à l'exclusion du contrôle par thermographie visé dans le Livre 3) visées dans le Livre 3;
   - contrôle par thermographie des lignes aériennes à haute tension, visé dans le Livre 3.

b) La demande est accompagnée des documents suivants:
   1. la copie du diplôme du dirigeant technique;
   2. le curriculum vitae du dirigeant technique;
   3. la copie des statuts de l'organisme;
   4. la copie du certificat d'accréditation et le domaine d'accréditation couvert;
   5. une déclaration attestant que la responsabilité civile de l'organisme sera couverte par un contrat d'assurance. Après l'octroi de l'agrément, et avant le début des activités de contrôle, la pièce justificative prouvant cette couverture est à présenter à l'administration;
   6. la liste des agents-visiteurs avec indication de leurs domaines d'activité repris au *point a.*

c) Pour évaluer si l'organisme dispose de la compétence nécessaire pour l'exécution des contrôles pour lesquels un agrément est demandé, l'administration peut faire effectuer des audits par ses experts.

d) La demande d'agrément est examinée par l'administration qui émet un avis dans les soixante jours:
   - en cas d'avis favorable, information en est donnée au demandeur et le dossier est transmis à la Commission;
   - en cas d'avis défavorable, notification motivée par lettre recommandée en est faite au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire auprès de l'administration par lettre recommandée une demande motivée de réexamen. Si dans ce délai un réexamen n'a pas été demandé, le dossier est considéré comme clôturé. Dans le cas contraire, le dossier est transmis à la Commission.

   La Commission émet son avis dans les soixante jours de la réception du dossier. Passé ce délai, la Commission est réputée s'être ralliée à l'avis de l'administration.

e) En cas d'avis favorable de la Commission, l'administration soumet la proposition d'agrément dans les trente jours, pour décision, au Ministre.

f) En cas d'avis défavorable de la Commission, notification motivée par lettre recommandée en est faite dans les trente jours au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire une demande de nouvel examen auprès du Ministre par lettre recommandée.
   L'administration émet son avis sur ledit recours et adresse le dossier dans les soixante jours pour décision au Ministre.

g) La durée de l'agrément est limitée à cinq ans. Il est renouvelable conformément à la *section 6.3.5.*

Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément

La demande de renouvellement de l'agrément est adressée à l'administration par envoi recommandé au moins six mois avant l'échéance de la durée de validité de l'agrément. Elle précise le domaine d'activité et est accompagnée de la liste des agents-visiteurs habilités.

La procédure reprise aux *points c.*, *d.*, *e.*, *f.* et *g.* de la *section 6.3.4.* lui est applicable.

Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs

a) L'organisme agréé adresse à l'administration la déclaration d'habilitation de tout nouvel agent-visiteur ainsi que lors de l'extension du domaine d'activité d'un agent-visiteur en place.

b) Pour les nouveaux agents-visiteurs, la déclaration est accompagnée des documents suivants:

- la copie de leur diplôme final;
- leur curriculum vitae;
- la copie du contrat d'engagement (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public).

c) L'administration peut demander que l'agent-visiteur apporte la preuve qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s) quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée. L'administration se réserve le droit de faire passer une évaluation écrite ou orale à l'agent-visiteur pour juger qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s)quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée.

d) En cas d'appréciation défavorable de l'agent-visiteur visé au *point c.* ci-avant, notification de suspension de la déclaration en est faite à l'organisme agréé dans les trente jours par l'administration. L'organisme agréé ne peut réintroduire une nouvelle déclaration d'habilitation de ce candidat qu'après un délai de nonante jours.

e) Si les fonctionnaires et les agents chargés de la surveillance constatent qu'un agent-visiteur n'effectue pas les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, l'administration peut intervenir auprès de l'organisme agréé afin de prendre des mesures correctives nécessaires.

Section 6.3.7. Critères de fonctionnement

a) Les organismes agréés sont tenus de faire parvenir à l'administration les informations suivantes:
   1. toute modification aux statuts (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public);
   2. tout remplacement du dirigeant technique, accompagné des documents visés aux *points b.1.* et *b.2.* de la *section 6.3.4.*;
   3. toute modification ou retrait du certificat d'accréditation.

   Ces éléments sont à fournir dans les sept jours de leur réalisation.

b) Les organismes agréés sont tenus de présenter annuellement à la Commission, au plus tard le 1er avril, la liste des agents-visiteurs avec indication de leur qualification suivant les domaines d'activité repris au *point a.* de la *section 6.3.4.* ainsi qu'un rapport détaillé relatif:
   - à leurs activités de contrôle, notamment au nombre total de contrôles effectués par domaine d'activité;
   - à leurs activités de formation et d'information;
   - à toute modification qui serait apportée tant à l'organisation interne de l'organisme qu'à leurs activités extérieures;
   - aux plaintes enregistrées dans le domaine technique;
   - au fonctionnement et à la composition des organes de direction et de gestion des organismes, de même que sur les décisions prises en leur sein dans le domaine du Bien-être au travail au cours de l'année écoulée, ainsi que sur les suites données aux avis et suggestions émis par la Commission dans l'exercice de sa mission.

c) Les organismes agréés sont tenus:
   - d'autoriser le libre accès aux fonctionnaires et agents des autorités chargés de la surveillance;
   - de mettre à la disposition de ces fonctionnaires et agents, tous les documents et données leur permettant de juger sur le fonctionnement de l'organisme;
   - sur demande, de confier à ces fonctionnaires et agents, ces documents ou une copie de ces documents.
   - pour le contrôle des installations domestiques à basse tension et à très basse tension qu'ils contrôlent et qui sont déclarées conformes aux prescriptions du présent Livre, de tenir une base de données reprenant les éléments suivants:
     1. l'adresse de l'installation faisant l'objet de la visite ainsi que le type de locaux qu'elle dessert : unité d'habitation (maison, appartement, autres...), parties communes d'un ensemble résidentiel;
     2. les nom, prénom et adresse du propriétaire de l'installation électrique contrôlée;
     3. la date et la nature du contrôle effectué (contrôle de conformité *(chapitre 6.4)* ou visite de contrôle *(chapitres 6.5. et 8.4.)*)
     4. le code EAN permettant d'identifier de manière univoque chaque installation.

     Ces données sont à conserver pendant une période d'au moins 30 ans.

d) Les autorités de surveillance peuvent consulter les contrats passés entre les organismes et leurs clients et les éventuels sous-traitants;

e) L'organisme agréé est tenu, pour les contrôles de conformité avant la mise en usage et les visites de contrôles, de respecter les instructions écrites données par le Service fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et par le Service fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions et ce chacun pour ce qui le concerne.

Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance

a) Une Commission d'Avis et de Surveillance est instituée auprès du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions, et a pour mission:
   - d'émettre un avis conformément aux dispositions du *point d.* de la *section 6.3.4.* et du *point d.* de la *section 6.3.9.*;
   - de formuler des avis et propositions sur le fonctionnement des organismes agréés;
   - de surveiller les activités des organismes agréés dans le cadre du présent chapitre.

b) La Commission comprend neuf membres et autant de membres suppléants, et est composée comme suit:
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des employeurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des travailleurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des autorités de surveillance, dont deux du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et un du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.

c) Les délégués des autorités de surveillance et leurs suppléants sont nommés par les Ministres concernés; ceux des organisations représentées au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail, par le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.

d) La présidence et le secrétariat de la Commission sont assurés par l'administration.

Section 6.3.9. Surveillance et sanctions

a) La surveillance des organismes agréés, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, est exercée par les fonctionnaires et agents de l'administration.
   Les constatations, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, faites par les fonctionnaires et agents du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions, lors de la surveillance exercée dans le cadre du bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, sont transmises à l'administration.

b) Si l'administration constate que l'organisme agréé ne remplit plus une des conditions de *la sous-section 6.3.3.1.* ou ne respecte pas une des obligations de la *section 6.3.7.*, ou si, en cas de récidive, il est constaté que les agents-visiteurs n'effectuent pas les contrôles selon les prescriptions du présent Livre, elle fixe un délai qui ne peut pas dépasser trois mois dans lequel l'organisme doit se mettre en règle. Notification en est faite à la Commission.

c) Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point b.*, l'administration fixe un nouveau délai qui ne peut pas dépasser six mois durant lequel l'agrément de l'organisme est provisoirement suspendu et dans lequel l'organisme a encore la possibilité de se mettre en ordre. Notification en est faite à la Commission (suspension et mise en ordre).

d) Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point c.*, notification en est faite à la Commission pour émettre un avis au Ministre. Le Ministre peut retirer l'agrément de l'organisme sur proposition de la Commission. Notification en est faite à l'organisme après décision du Ministre.

e) L'agrément est retiré d'office lors de la cessation ou de la cession des activités de l'organisme agréé.

Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques

a) Les autorités fédérales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire, par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.

b) Les autorités régionales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire par leurs propres services de contrôle ou par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.

c) Le Ministère de la Défense peut faire contrôler les installations électriques dont il est propriétaire, gestionnaire ou locataire par son propre service de contrôle.

d) Les Chemins de fer Belges peuvent faire contrôler les installations électriques dont ils sont propriétaire ou gestionnaire par leur propre service de contrôle.

Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage

Section 6.4.1. Généralités

Toute installation à basse tension ou très basse tension telle que définie dans les *parties 1.* et *2.* du présent Livre, même celle alimentée par une installation privée comme les groupes électrogènes fixes, transportables ou mobiles, excepté toutefois les installations à très basse tension continue alimentées exclusivement par des piles, accumulateurs, batteries d'accumulateurs qui ne sont pas visées au *chapitre 7.103.*, cellules photovoltaïques ou autres sources similaires, fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de l'installation.

Ces contrôles de conformité sont réalisés sur place soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de le faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3*.

Le contrôle de conformité des installations électriques doit être réalisé hors tension et comprend:
- les contrôles administratifs;
- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Section 6.4.2. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.4.3. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.4.4. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.4.5. Contrôles par mesures

Sous-section 6.4.5.1. Mesures d'isolement

La valeur de la résistance d'isolement en ohm entre les parties actives prises deux à deux, de même qu'entre les parties actives et la terre, mesurée sous les tensions de test, décrites dans le *tableau 6.1.*, est pour chaque circuit, les appareils d'utilisation étant déconnectés, au moins égale à 1000 fois la valeur en V de la tension de test précitée.

Les mesures sont effectuées en courant continu et les appareils d'essai doivent être capables de fournir la tension d'essai spécifiée dans le tableau mentionné ci-dessous avec un courant de 1 mA à 5 mA.

Les mesures sont effectuées par l'organisme, agréé suivant le *chapitre 6.3.*, et concernent la résistance d'isolement entre chacune des parties actives et la terre. Il est permis de ne pas effectuer les mesures:

- sur les installations de mesure et de contrôle;
- sur les installations à très basse tension.

Tableau 6.1. Valeurs minimales de la résistance d'isolement

Tension nominale du circuit (V)	Tension d'essai en courant continu (V)	Résistance d'isolement kΩ
Très basse tension lorsque le circuit est alimenté par un transformateur de sécurité	250	250
Tension ≤ 500 V à l'exception des cas ci-dessus	500	500
500 V < Tension ≤ 1000 V	1000	1000

Sous-section 6.4.5.2. Mesures de la résistance de dispersion des prises de terre

Lors des contrôles de conformité avant mise en usage, la résistance de dispersion des prises de terre de l'installation électrique concernée est mesurée.

Section 6.4.6. Rapports

Sous-section 6.4.6.1. Généralités

Après le contrôle de conformité, un rapport est établi conformément soit à la *sous-section 6.4.6.4.* pour les installations domestiques soit à la *sous-section 6.4.6.5.* pour les installations non-domestiques. Ledit rapport de contrôle de conformité est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ledit contrôle de conformité. En outre dans le cas des installations domestiques, cette copie est accompagnée des schémas unifilaires et des plans de position de l'installation électrique.

Le rapport de contrôle de conformité doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de contrôle de conformité est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les rapports d'une nouvelle installation électrique

Avant de procéder à la mise à disposition de la puissance d'une nouvelle installation électrique à basse ou très basse tension alternative ou continue, la personne qui met à disposition l'alimentation, s'assure de la présence du rapport dans lequel la conformité aux prescriptions du présent Livre est confirmée.

Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion

Des dispositions spécifiques pour les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion sont définies au *chapitre 7.102*.

Sous-section 6.4.6.4. Contenu du rapport de contrôle de conformité concernant les installations domestiques

a. Renseignements contenus dans le rapport de contrôle de conformité

Le rapport faisant suite au contrôle de conformité de toute installation électrique domestique en basse tension et en très basse tension, visé *à la sous-section 6.4.6.1.*, contient au moins les renseignements d'identification, une description générale du ou des branchements, de la prise de terre, le résultat du contrôle de conformité au présent Livre et les éventuelles infractions au présent Livre. Il rappelle en outre quelques prescriptions du présent Livre.

b. Contenu du rapport de contrôle de conformité

b.1. Renseignements d'identification

Les renseignements d'identification sont les suivants sur le rapport et les annexes éventuelles:

a) les éléments nécessaires à l'identification de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.*;
b) les éléments d'identification de l'agent-visiteur de l'organisme agréé;
c) les nom, prénom et adresse du propriétaire, du gestionnaire ou de l'exploitant et le code EAN de l'installation (si disponible) pour laquelle le contrôle de conformité a été demandé;
d) les nom, prénom, numéro de T.V.A. (si d'application) de la ou des personnes responsables de l'exécution du travail;
e) le nom de l'entreprise distributrice d'électricité;
f) l'adresse de l'installation faisant l'objet du contrôle ainsi que le type de locaux qu'elle dessert: unité d'habitation (maison ou appartement) ou parties communes d'un ensemble résidentiel.

b.2. Description générale du ou des branchements

La description générale du ou des branchements reprend par branchement:

a) la tension nominale de l'installation et la nature du courant;

b) la section du câble d'entrée dans le tableau principal;
c) la valeur nominale de la protection du branchement;
d) le type d'interrupteur-sectionneur général.

b.3. Description de la prise de terre, des circuits et de leurs protections

Cette description contient:

a) le type de prise de terre installée;
b) le nombre de tableaux de répartition et de manoeuvre;
c) le nombre de circuits terminaux.

b.4. Contrôle

Le rapport de contrôle de conformité contient la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre ainsi que la valeur du niveau d'isolement général. Il certifie l'adéquation:
a) entre les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel installés et la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre;
b) entre les dispositifs de protection contre les surintensités installés et les sections des circuits respectifs qu'ils protègent;
c) de l'exécution de l'installation électrique conformément aux schémas unifilaires et plans de position.

Le rapport de contrôle de conformité contient également le contrôle du matériel fixe ou installé à poste fixe (choix, assemblage et installation corrects sur place) et le contrôle de la continuité des connexions équipotentielles (principale et supplémentaire) et des conducteurs de protection des socles de prise de courant et des appareils de classe 1 à poste fixe, installé à poste fixe ou mobile à poste fixe.

b.5. Infractions

Le rapport de contrôle de conformité mentionne les éventuelles infractions au Livre 1 et les éventuels circuits dont le niveau d'isolement est insuffisant.

b.6. Conclusions

Si l'installation est conforme, le rapport de contrôle de conformité certifie que l'agent-visiteur a scellé le dispositif de protection à courant différentiel résiduel placé à l'origine de l'installation électrique et qu'il a visé le ou les schémas unifilaires et le ou les plans de position. Il signale, en outre, la date à laquelle la visite de contrôle prévue au *chapitre 6.5.* du Livre 1 doit au plus tard être faite.

b.7. Conseils

Le rapport de contrôle de conformité rappelle les prescriptions du Livre 1 suivantes:

a) l'obligation de conserver le rapport dans le dossier de l'installation électrique;
b) l'obligation de renseigner dans le dossier toute modification intervenue dans l'installation électrique;
c) l'obligation d'aviser immédiatement le fonctionnaire préposé à la surveillance du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions de tout accident survenu aux personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations électriques.

Sous-section 6.4.6.5. Contenu du rapport de contrôle de conformité concernant les installations non-domestiques

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Section 6.4.7. Cas spécifiques de contrôle de conformité avant mise en usage

Sous-section 6.4.7.1. Machines et appareils électriques

Dans les installations non-domestiques, les machines et appareils fixes sont soumis à un contrôle de conformité avant la mise en usage qui porte uniquement sur le choix, l'installation et l'assemblage corrects sur place.

Sous-section 6.4.7.2. Installation transportable, mobile ou temporaire

On distingue deux catégories d'installation transportable, mobile ou temporaire:

1° L'installation transportable, mobile ou temporaire à composition variable, c.à.d. composée d'éléments individuels (groupes électrogènes, tableaux de manœuvre et de répartition, câbles, …). Elle fait l'objet d'un contrôle de conformité avant chaque mise en usage aux prescriptions du présent Livre. Ce contrôle comprend aussi les éventuels éléments de raccordement au réseau. Pour les machines et appareils électriques (groupes électrogènes, …) qui font partie d'une installation transportable, mobile ou temporaire, le contrôle de conformité avant chaque mise en usage porte uniquement sur le choix, l'installation et l'assemblage correct sur place. Pour des raisons impératives d'exploitation, il est autorisé pour les installations électriques non-domestiques que le contrôle de conformité avant la mise en usage ne soit pas réalisée pour autant que:
   - le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique ait pris toutes les mesures pour éviter tout danger pour les personnes et les biens; et
   - ladite mise en usage et l'utilisation se font sous l'entière responsabilité du propriétaire, gestionnaire ou exploitant; et
   - la durée d'exploitation de l'installation électrique ne dépasse pas 48 heures (maximum 2 jours).

2° L'installation transportable, mobile ou temporaire à composition fixe, c.à.d. un ensemble unique autonome (petit générateur maniable avec prises de courant, générateur monté sur un véhicule, cabine de chantier, …). Elle fait seulement l'objet d'un contrôle de conformité avant la mise en usage lors de la première utilisation de l'installation aux prescriptions du présent Livre.

Pour les groupes électrogènes ou lorsque le point d'alimentation au réseau de l'installation transportable, mobile ou temporaire n'est pas pourvu d'un raccordement de mise à la terre, la prise de terre locale éventuellement à réaliser dans le cadre de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects, fera l'objet d'un contrôle de conformité.

Sous-section 6.4.7.3. Modification ou extension

Toute modification importante ou extension importante d'une installation à basse ou très basse tension alternative ou continue fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de la dite modification ou extension. Ce contrôle de conformité est limité à la partie ajoutée ou modifiée de l'installation.

Dans le cas d'une modification non importante ou extension non importante dans les installations non-domestiques et qui ne nécessite pas un contrôle de conformité avant mise en usage, le chargé de l'installation complète les schémas, plans et documents tels que définis à la *section 9.1.1. aux point 4.b.* et *5.a.7.* permettant à l'organisme agréé d'en vérifier la conformité lors de la prochaine visite de contrôle.

Toute modification ou extension ayant un impact sur la partie non modifiée doit être mentionnée dans le rapport de contrôle. Cette partie non modifiée doit faire l'objet d'un contrôle de conformité en ce qui concerne les caractéristiques modifiées.

Dans le cas de la mise en usage d'une modification importante ou extension importante pour des raisons impératives d'exploitation, il est accepté pour les installations non-domestiques qu'il soit procédé au contrôle de conformité après la mise en usage pour autant que le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique, ait pris toutes les mesures pour éviter tout danger pour les personnes et les biens. Ladite mise en usage se fait sous l'entière responsabilité du propriétaire, gestionnaire ou exploitant. Il lui appartient de veiller à ce que le contrôle de conformité soit réalisé dans un délai de 30 jours après la mise en usage de la partie ajoutée ou modifiée.

Chapitre 6.5. Visites de contrôle

Section 6.5.1. Généralités

Toute installation à basse tension ou très basse tension telle que définie au *chapitre 6.4.*fait l'objet d'une visite de contrôle sur place soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de la faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3*.

La visite de contrôle porte sur le maintien de la conformité aux prescriptions du présent Livre. L'installation électrique doit pouvoir être mise hors tension pendant la visite de contrôle.

La visite de contrôle comprend:
- les contrôles administratifs;

- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle

Après le contrôle de conformité, toute installation électrique fait l'objet de visites de contrôle en respectant au moins les périodicités suivantes:

- tous les 25 ans pour les installations électriques domestiques;
- annuellement pour les installations électriques transportables, mobiles ou temporaires telles que définies à la *sous-section 2.2.1.1.*;
- annuellement pour les installations électriques des zones dangereuses explosibles telles que définies au *chapitre 7.102.*;
- tous les 5 ans pour les autres installations électriques.

Section 6.5.3. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.5.4. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.5.5. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.5.6. Contrôles par mesures

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par mesures.

Les visites de contrôle comprennent au moins les mesures définies à la *section 6.4.5.* Pour les installations des zones dangereuses explosibles, il est permis d'effectuer la mesure de la résistance d'isolement tous les 5 ans.

Section 6.5.7. Rapports

Sous-section 6.5.7.1. Généralités

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément soit à la *sous-section 6.5.7.2.* pour les installations domestiques soit à la *sous-section 6.5.7.3.* pour les installations non-domestiques. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Sous-section 6.5.7.2. Contenu du rapport de visite de contrôle concernant les installations domestiques

a. Renseignements contenus dans le rapport de visite de contrôle

Le rapport de visite de contrôle faisant suite à la visite de contrôle de toute installation électrique domestique en basse tension et en très basse tension, visé à la *sous-section 6.5.7.1.*, contient au moins les renseignements d'identification, une description générale du ou des branchement(s), le nombre de tableaux de répartition et de manoeuvre et circuits terminaux, le résultat de la visite de contrôle au

présent Livre et les éventuelles infractions au présent Livre. Il rappelle en outre quelques prescriptions du présent Livre.

b. Contenu détaillé

b.1. Renseignements d'identification

Les renseignements d'identification sont les suivants sur le rapport et les annexes éventuelles:

a) les éléments nécessaires à l'identification de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.*;
b) les éléments d'identification de l'agent-visiteur de l'organisme agréé;
c) les nom, prénom et adresse du propriétaire, gestionnaire ou exploitant et code EAN de l'installation (si disponible) pour laquelle la visite de contrôle a été demandée;
d) l'adresse de l'installation faisant l'objet de la visite ainsi que le type de locaux qu'elle dessert: unité d'habitation (maison ou appartement) ou parties communes d'un ensemble résidentiel.

b.2. Description générale du ou des branchements

La description générale du ou des branchements reprend par branchement:

a) la tension nominale de l'installation et la nature du courant;
b) la valeur nominale de la protection du branchement.

b.3. Nombre de tableaux et circuits terminaux

a) le nombre de tableaux de répartition et de manoeuvre;
b) le nombre de circuits terminaux.

b.4. Contrôle

Le rapport de visite de contrôle contient:

a) la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre;
b) la valeur du niveau d'isolement général.

Il mentionne que les contrôles ci-dessous ont été effectués:

a) le contrôle de l'exécution de l'installation électrique conformément aux schémas unifilaires et aux plans de position;
b) le contrôle de l'état (fixations, détérioration, ...) du matériel électrique d'installation fixe, tout particulièrement en ce qui concerne les interrupteurs, les socles de prise de courant, les raccordements dans les tableaux de répartition et de manoeuvre, ... ;
c) le contrôle des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts directs et indirects;
d) le contrôle du fonctionnement des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel via leur propre bouton de test;
e) le contrôle des boucles de défaut et du raccordement correct des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel via la création d'un courant de défaut entre 2,5 et 2,75 fois la sensibilité de l'appareil;
f) le contrôle de la continuité des liaisons équipotentielles (principale et supplémentaire) et des conducteurs de protection des socles de prises de courant, du matériel de classe I fixe, installé à poste fixe ou mobile à poste fixe;
g) le contrôle visuel du matériel fixe ou installé à poste fixe pouvant présenter des dangers pour les personnes et des biens;
h) le contrôle visuel du matériel mobile pouvant présenter des dangers pour les personnes et des biens.

Il certifie l'adéquation entre les dispositifs de protection contre les surintensités installés et les sections des circuits respectifs qu'ils protègent.

b.5. Infractions - remarques - dérogations

Le rapport de visite de contrôle mentionne les éventuelles infractions au Livre 1 et les éventuels circuits dont le niveau d'isolement est insuffisant. Les éventuelles observations qui ne sont pas des infractions sont mentionnées dans le rapport de visite de contrôle sous la rubrique remarques. Ceci est notamment le cas pour le *point b.4.h.* Les éventuelles dérogations (*sections 8.2.1.* et *8.2.2.*) qui sont d'application pour l'installation électrique sont également mentionnées dans le rapport de visite de contrôle.

b.6. Conclusions

Chaque rapport de visite de contrôle contient comme conclusion une des formules suivantes:

a) L'installation électrique est conforme aux prescriptions du Livre 1 concernant les installations électriques à basse tension et à très basse tension. La prochaine visite de contrôle est à effectuer dans le délai prescrit par le Livre 1.
b) L'installation électrique n'est pas conforme aux prescriptions du Livre 1 concernant les installations électriques à basse tension et à très basse tension. Une visite complémentaire est à exécuter par le même organisme avant le (date à préciser). Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées pendant la visite de contrôle, doivent être exécutés sans retard et toutes mesures adéquates doivent être prises pour qu'en cas de maintien en service des installations, les infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Si l'installation est conforme, le rapport de visite de contrôle mentionne en plus que:

a) si d'application, des mesures adéquates ont été prises par l'organisme agréé pour que les bornes d'entrées du dispositif de protection à courant différentiel résiduel placé à l'origine de l'installation électrique soient rendues inaccessibles par scellage.
b) le ou les schémas unifilaires et le ou les plans de position ont été à nouveau visés par l'organisme agréé.

b.7. Conseils

Le rapport de visite de contrôle rappelle les prescriptions du Livre 1 suivantes:

a) l'obligation de conserver le rapport de visite de contrôle dans le dossier de l'installation électrique;
b) l'obligation de renseigner dans le dossier toute modification intervenue dans l'installation électrique;
c) l'obligation d'aviser immédiatement le fonctionnaire préposé à la surveillance du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions de tout accident survenu aux personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations électriques.
d) l'obligation lorsque des infractions ont été constatées lors de la visite de contrôle, de faire effectuer une nouvelle visite de contrôle par le même organisme agréé afin de vérifier la disparition des infractions au terme du délai de un an. Dans le cas où, lors de cette seconde visite, des infractions subsistent, l'organisme agréé se doit d'envoyer une copie du rapport de visite de contrôle à la Direction générale de l'Energie préposée à la haute surveillance des installations électriques domestiques.

Sous-section 6.5.7.3. Contenu du rapport de visite de contrôle concernant les installations non-domestiques

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Partie 7. Règles pour les installations et emplacements spéciaux

CHAPITRE 7.1. LIEUX CONTENANT UNE BAIGNOIRE OU UNE DOUCHE 199
Section 7.1.1. Domaine d'application 199
Section 7.1.2. Termes et définitions 199
Section 7.1.3. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes 199
Sous-section 7.1.3.1. Volumes 199
Sous-section 7.1.3.2. Dimensions des volumes – Vue en plan 200
Sous-section 7.1.3.3. Dimensions des volumes – Vue en élévation 204
Section 7.1.4. Protection contre les chocs électriques 204
Sous-section 7.1.4.1. Protection des installations dans les salles de bains et salles de douches 204
Sous-section 7.1.4.2. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité 205
Sous-section 7.1.4.3. Protection contre les contacts directs – Degré de protection du matériel électrique 205
Sous-section 7.1.4.4. Liaisons équipotentielles supplémentaires 205
Sous-section 7.1.4.5. Eléments de chauffage incorporés dans les sols 205
Section 7.1.5. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 205
Sous-section 7.1.5.1. Influences externes 205
Sous-section 7.1.5.2. Canalisations électriques 206
Sous-section 7.1.5.3. Matériel électrique 206
Section 7.1.6. Règles spécifiques pour les salles de bains et salles de douches dans les installations non-domestiques 207
CHAPITRE 7.2. PISCINES 208
Section 7.2.1. Domaine d'application 208
Section 7.2.2. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes 208
Section 7.2.3. Protection contre les chocs électriques 209
Sous-section 7.2.3.1. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité 209
Sous-section 7.2.3.2. Protection contre les contacts directs – Degré de protection du matériel électrique 210
Sous-section 7.2.3.3. Séparation de sécurité des circuits 210
Sous-section 7.2.3.4. Liaison équipotentielle supplémentaire 210
Section 7.2.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 210
Sous-section 7.2.4.1. Influences externes 210
Sous-section 7.2.4.2. Canalisations électriques 210
Sous-section 7.2.4.3. Matériel électrique 211
Section 7.2.5. Règles spécifiques 212
Sous-section 7.2.5.1. Piscines privées dans les installations domestiques 212
Sous-section 7.2.5.2. Installations de balnéothérapie 212
CHAPITRE 7.3. SAUNAS 213
Section 7.3.1. Domaine d'application 213
Section 7.3.2. Détermination des caractéristiques générales 213
Sous-section 7.3.2.1. Volumes 213
Sous-section 7.3.2.2. Influences externes 213
Section 7.3.3. Protection contre les chocs électriques 214
Section 7.3.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 214

Sous-section 7.3.4.1. Degré de protection du matériel électrique 214
Sous-section 7.3.4.2. Canalisations électriques 214
Sous-section 7.3.4.3. Matériel électrique 214
CHAPITRE 7.4. INSTALLATIONS DE CHANTIERS ET INSTALLATIONS EXTÉRIEURES 215
Section 7.4.1. Domaine d'application 215
Section 7.4.2. Protection contre les chocs électriques 215
Sous-section 7.4.2.1. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation 215
Sous-section 7.4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par la très basse tension de sécurité 215
Section 7.4.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 215
Sous-section 7.4.3.1. Conditions d'influences externes 215
Sous-section 7.4.3.2. Canalisations électriques 215
Sous-section 7.4.3.3. Matériel électrique 215
CHAPITRE 7.6. ENCEINTES CONDUCTRICES 217
Section 7.6.1. Domaine d'application 217
Section 7.6.2. Termes et définitions 217
Section 7.6.3. Protection contre les chocs électriques 217
Section 7.6.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 217
Sous-section 7.6.4.1. Influences externes 217
Sous-section 7.6.4.2. Canalisations électriques 217
CHAPITRE 7.8. CAMPINGS 218
Section 7.8.1. Domaine d'application 218
Section 7.8.2. Point de raccordement 218
Section 7.8.3. Protection contre les chocs électriques 218
Section 7.8.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 218
Sous-section 7.8.4.1. Influences externes 218
Sous-section 7.8.4.2. Matériel électrique 218
CHAPITRE 7.9. MARINAS 219
Section 7.9.1. Domaine d'application 219
Section 7.9.2. Protection contre les chocs électriques 219
Section 7.9.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 219
Sous-section 7.9.3.1. Influences externes 219
Sous-section 7.9.3.2. Matériel électrique 219
CHAPITRE 7.11. INSTALLATIONS FORAINES 220
Section 7.11.1. Domaine d'application 220
Section 7.11.2. Protection contre les chocs électriques 220
CHAPITRE 7.100. FONTAINES ET AUTRES BASSINS D'EAUX 221
Section 7.100.1. Domaine d'application 221
Section 7.100.2. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes 221
Section 7.100.3. Protection contre les chocs électriques 221
Sous-section 7.100.3.1. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité 221
Sous-section 7.100.3.2. Protection contre les contacts directs - Degré de protection du matériel électrique 221
Sous-section 7.100.3.3. Séparation de sécurité des circuits 221
Sous-section 7.100.3.4. Liaison équipotentielle supplémentaire 221
Section 7.100.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 222

Sous-section 7.100.4.1. Canalisations électriques 222
Sous-section 7.100.4.2. Matériel électrique 222
CHAPITRE 7.101. VÉHICULES OU REMORQUES ROUTIÈRES PENDANT LEUR STATIONNEMENT 223
Section 7.101.1. Domaine d'application 223
Section 7.101.2. Protection contre les chocs électriques 223
CHAPITRE 7.102. PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'EXPLOSION EN ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE 224
Section 7.102.1. Domaine d'application 224
Section 7.102.2. Termes et définitions 224
Section 7.102.3. Mesures générales de prévention 224
Section 7.102.4. Classification des emplacements dangereux 224
Section 7.102.5. Détermination des zones 225
Section 7.102.6. Documents 225
Section 7.102.7. Choix et utilisation des machines et appareils électriques et leurs systèmes de protection 226
Section 7.102.8. Installation du matériel électrique 227
Sous-section 7.102.8.1. Généralités 227
Sous-section 7.102.8.2. Installation et entretien des machines et appareils électriques 227
Sous-section 7.102.8.3. Réparation des machines et appareils électriques 228
Sous-section 7.102.8.4. Installation des canalisations électriques 229
Sous-section 7.102.8.5. Appareils de protection contre les courants de défauts 231
Sous-section 7.102.8.6. Coupure électrique d'urgence 231
Section 7.102.9. Protection contre les augmentations de température et la formation d'étincelles 231
Sous-section 7.102.9.1. Généralités 231
Sous-section 7.102.9.2. Courants de fuite ou de défaut 231
Sous-section 7.102.9.3. Egalisation des potentiels 232
Sous-section 7.102.9.4. Contact galvanique 232
Sous-section 7.102.9.5. Décharges électrostatiques 232
Sous-section 7.102.9.6. Protection cathodique 232
Section 7.102.10. Exceptions par rapport au choix du matériel 232
CHAPITRE 7.103. BATTERIES D'ACCUMULATEURS INDUSTRIELS 234
Section 7.103.1. Domaine d'application 234
Section 7.103.2. Termes et définitions 234
Section 7.103.3. Protection contre les chocs électriques 235
Sous-section 7.103.3.1. Généralités 235
Sous-section 7.103.3.2. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est inférieure ou égale à 60 V 235
Sous-section 7.103.3.3. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 60 V et inférieure ou égale à 120 V 236
Sous-section 7.103.3.4. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 120 V et inférieure ou égale à 750 V 236
Sous-section 7.103.3.5. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 750 V 236
Sous-section 7.103.3.6. Prescriptions complémentaires 236
Section 7.103.4. Protection contre les risques d'explosion 237
Sous-section 7.103.4.1. Généralités 237
Sous-section 7.103.4.2. Lieux réservés aux batteries d'accumulateurs fixes 237

Sous-section 7.103.4.3. Prescriptions applicables aux armoires, coffres ou enceintes similaires de groupement de batteries d'accumulateurs 237

CHAPITRE 7.112. INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES DOMESTIQUES À BASSE TENSION (≤ 10 KVA) 238

Section 7.112.1. Domaine d'application 238

Section 7.112.2. Mesures spécifiques 238

Section 7.112.3. Essais et mesures 238

Section 7.112.4. Rapports 238

Chapitre 7.1. Lieux contenant une baignoire ou une douche

Section 7.1.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.1.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux lieux contenant des baignoires et/ou douches, c.-à-d. lieux dans lesquels le risque de choc électrique est augmenté en raison de la réduction de la résistance électrique du corps humain (mouillé ou immergé) et de son contact avec le potentiel de la terre.

Section 7.1.2. Termes et définitions

Salle de bains: espace limité aux volumes définis ci-après, dans lequel est au moins installée une baignoire ou une douche.

Cabine de douche: espace fermé par des parois, divisé éventuellement en deux parties. Les parties précitées sont séparées partiellement par une cloison de séparation. L'une des parties constitue la douche proprement dite et l'autre éventuelle est appelée lieu de déshabillage.

Salle de douches: espace dans lequel plusieurs douches sont installées séparées ou non par des parois.

Section 7.1.3. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes

Sous-section 7.1.3.1. Volumes

Volume 0: le volume intérieur de la baignoire ou de la cuvette de douche.

Volume 1: le volume contenu dans la surface verticale au bord de la baignoire ou de la cuvette de douche qui est limité en bas, par le plan horizontal du sol entourant la baignoire ou la cuvette de douche et en haut, par le plan horizontal situé à 2,25 m du plan horizontal précédent et dont sont extraits le volume 0 et le volume 1*bis* éventuel; toutefois, si le fond de la baignoire ou de la cuvette de douche est situé à une hauteur supérieure à 0,15 m du sol, la hauteur du plan horizontal supérieur est mesurée à partir du fond de la baignoire ou de la cuvette de douche. Lorsqu'une douche ne comporte pas de cuvette, cette dernière est remplacée par un cercle au niveau du sol d'un rayon de 0,60 m, dont le centre se trouve à l'aplomb de la pomme de douche lorsque celle-ci est attachée à son support.

Volume 1*bis*: le volume délimité par la paroi extérieure de la baignoire et une structure pleine se raccordant au bord de la baignoire et rejoignant le sol.

Volume 2: le volume qui est extérieur au volume 1 et au volume 1*bis* éventuel, limité par la surface verticale distante de 0,60 m de la limite du volume 1 et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.

Volume 3: le volume extérieur au volume 2, limité par la surface verticale distante de 2,40 m du volume 2 et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1 et limité au local contenant la ou les baignoires ou douches.

Pour les salles de douches, une distinction doit être faite pour la détermination des volumes, entre:

1. une salle de douches composée de cabines de douches individuelles comprenant la douche proprement dite et le déshabilloir individuel partiellement séparés l'un de l'autre.
   - **Volumes 0, 1 et 2:** volumes délimités tels que décrits ci-dessus.
   - **Volume 3:** volume extérieur au volume 2 et limité par la surface verticale constituée par les parois de la salle de douches et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.
2. une salle de douches composée de cabines de douches individuelles comprenant seulement la douche proprement dite.
   - **Volumes 0 et 1:** volumes délimités tels que décrits ci-dessus.
   - **Volume 2:** volume extérieur aux volumes 0 et 1 et limité par la surface verticale située à 3 m de la limite des volumes 0 et 1 et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.
   - **Volume 3**: volume extérieur au volume 2 et limité par la surface verticale constituée par les parois de la salle de douches et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.
3. une salle de douches constituée de douches collectives sans cloison de séparation entre elles.
   - **Volumes 0 et 1:** volumes délimités tels que décrits ci-dessus en considérant que la cuvette des douches ou ce qui en fait office est constituée par la surface d'écoulement de l'eau projetée

par la douche.

- **Volume 2:** volume extérieur aux volumes 0 et 1 et limité par la surface verticale située à 3 m de la limite des volumes 0 et 1 et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.
- **Volume 3:** volume extérieur au volume 2 et limité par la surface verticale constituée par les parois de la salle de douches et par les mêmes plans horizontaux que ceux définis au volume 1.

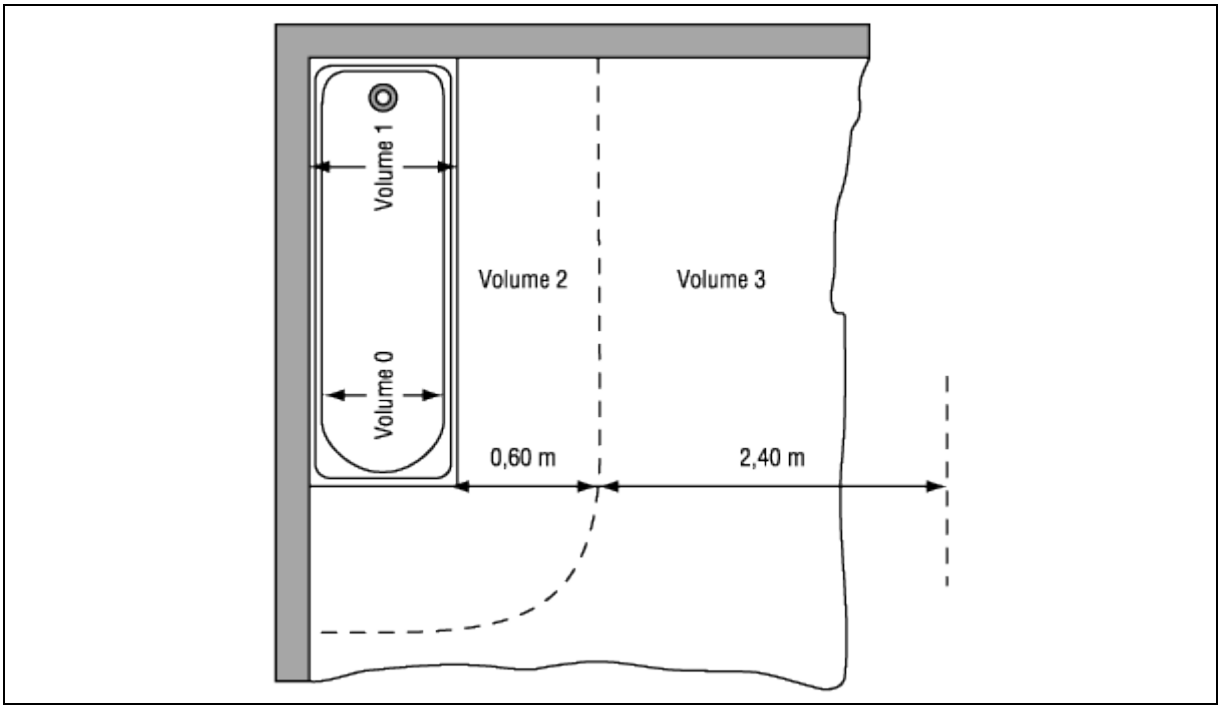
La présence de parois fixes ou des éléments de paroi pivotants influence les dimensions des volumes précités.

Les dessins des *sous-sections 7.1.3.2.* et *7.1.3.3.* précisent les différents volumes pour quelques situations.

Sous-section 7.1.3.2. Dimensions des volumes – Vue en plan

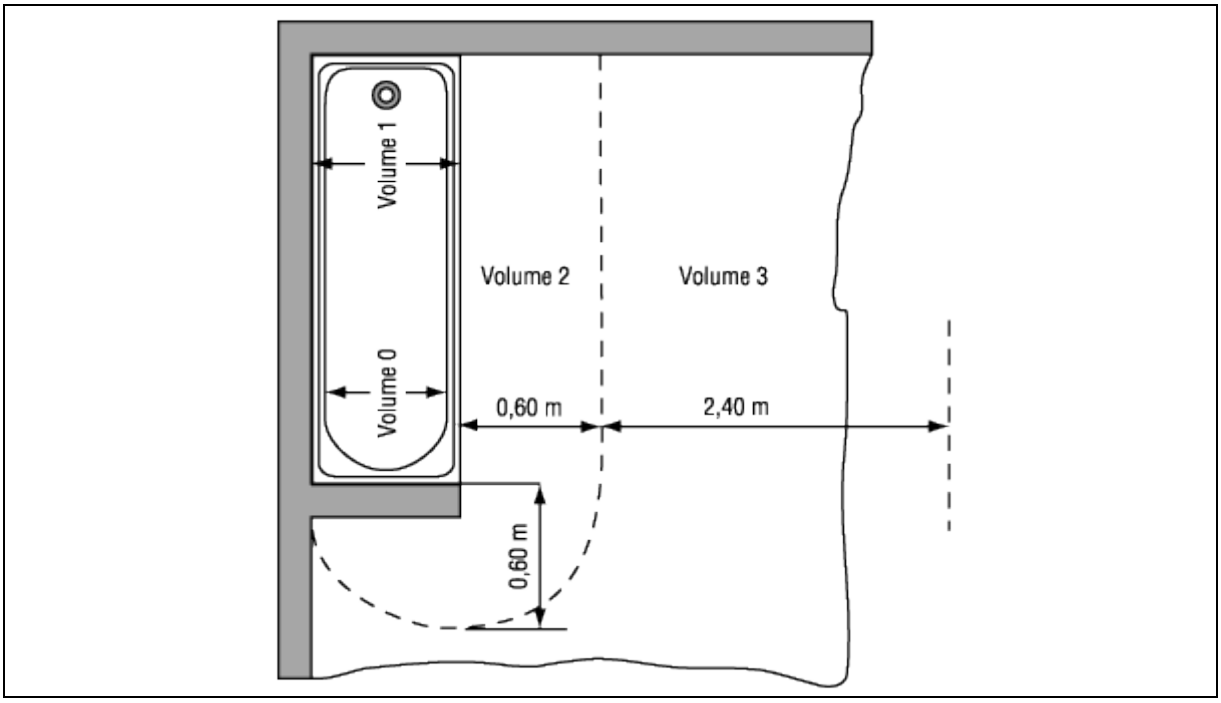
a. Baignoire

Figure 7.1. Baignoire



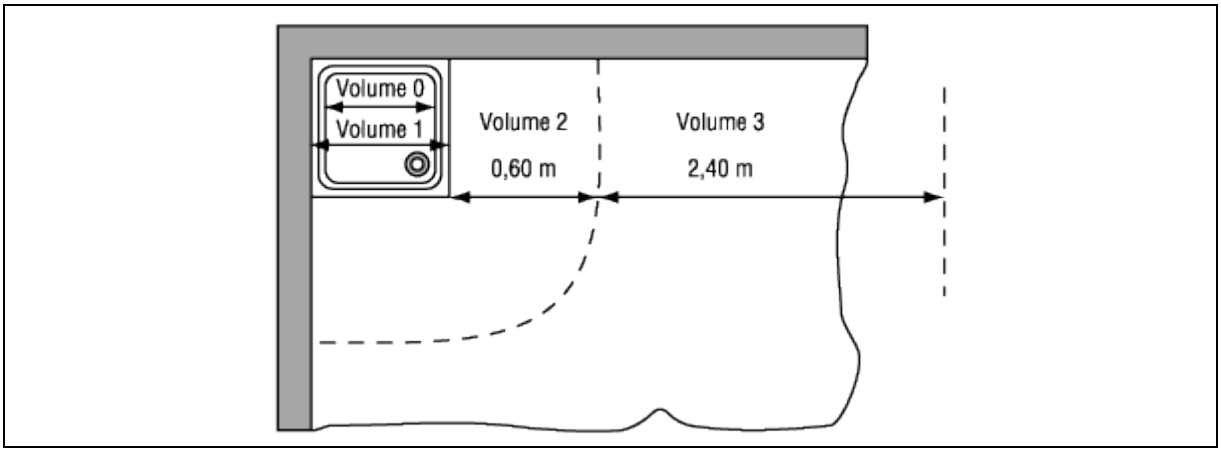
b. Baignoire avec paroi fixe

Figure 7.2. Baignoire avec paroi fixe



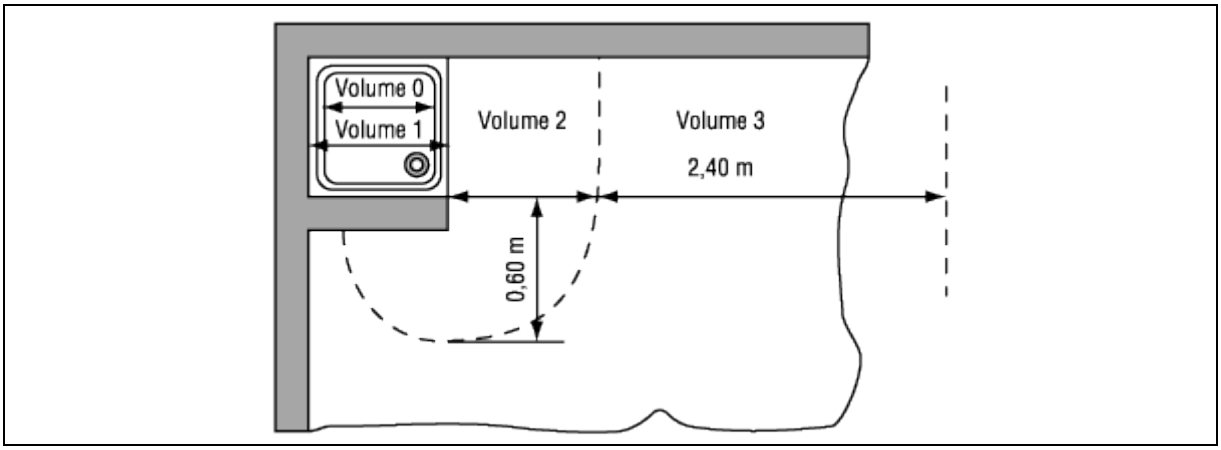
c. Douche

Figure 7.3. Douche



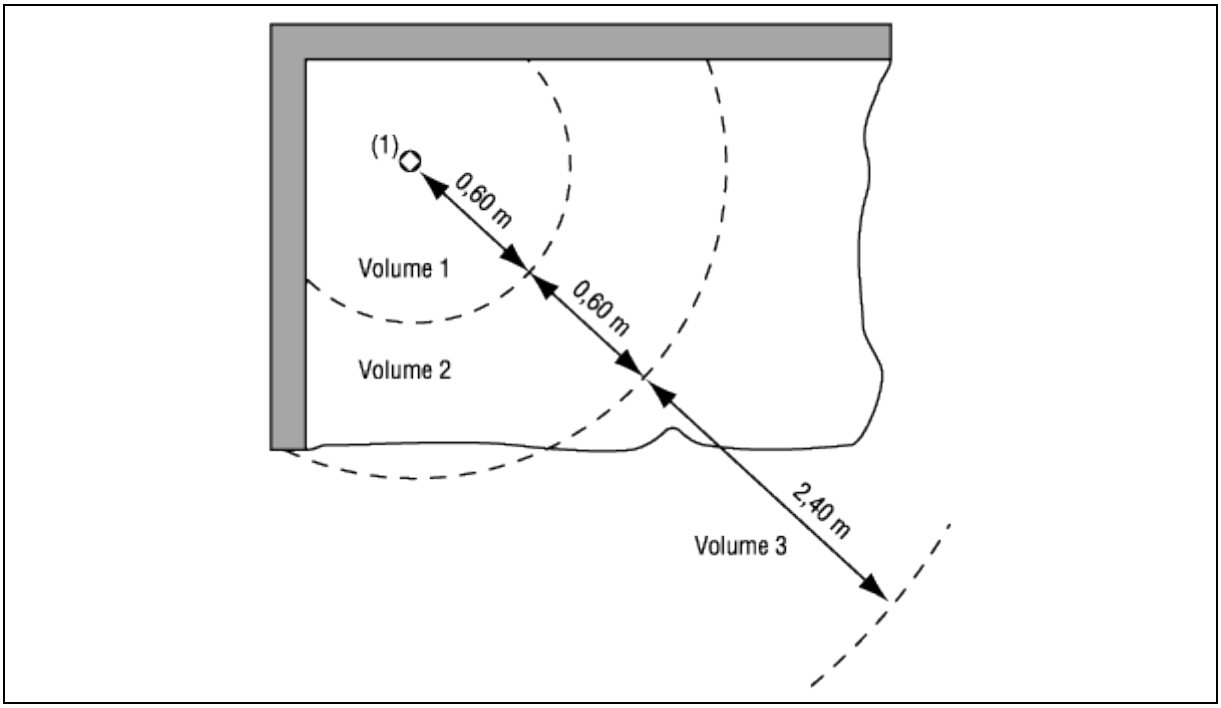
d. Douche avec paroi fixe

Figure 7.4. Douche avec paroi fixe



e. Douche sans cuvette

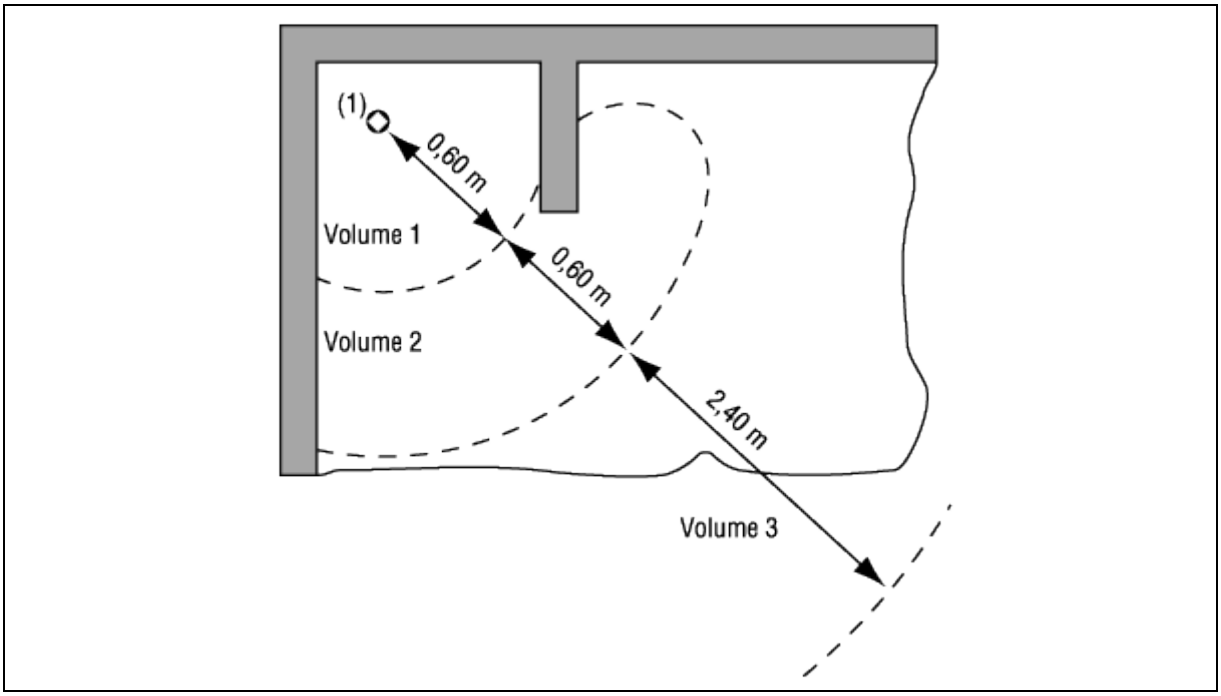
Figure 7.5. Douche sans cuvette



(1) Pomme de douche

f. Douche sans cuvette, mais avec paroi fixe

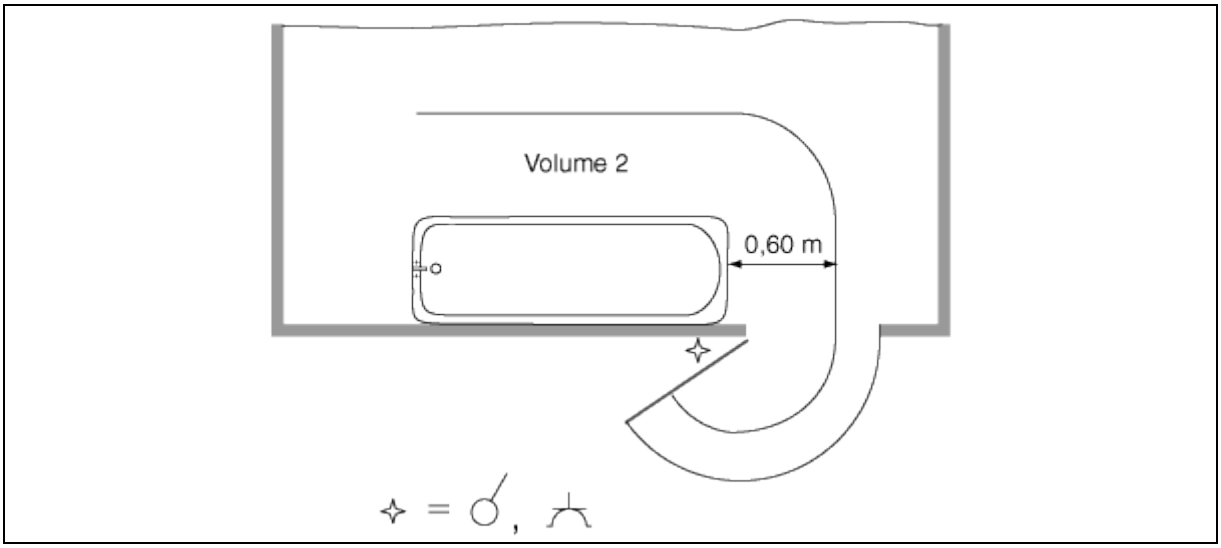
Figure 7.6. Douche sans cuvette, mais avec paroi fixe



(1) Pomme de douche

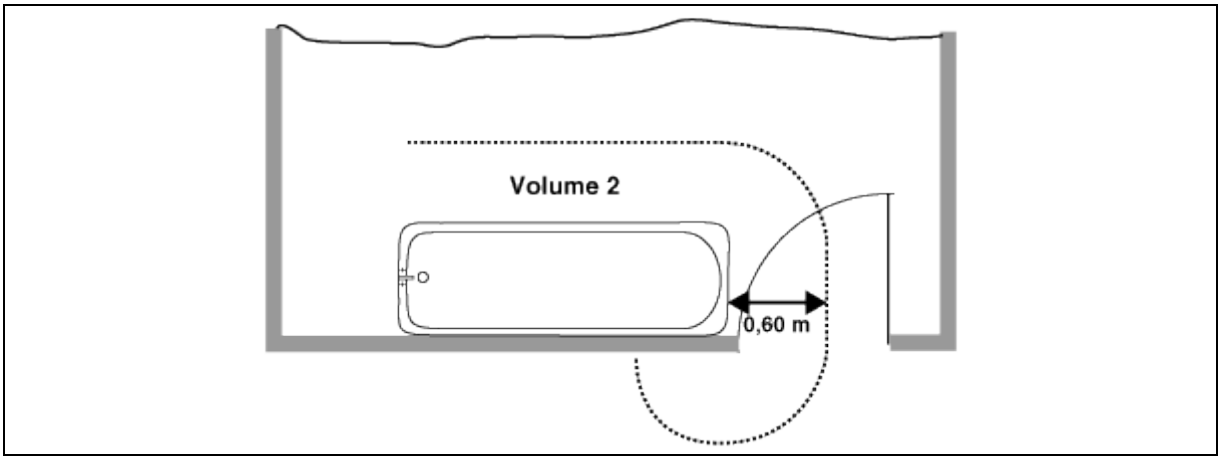
g. Volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte limitant le volume 2

Figure 7.7. Salle de bains: le volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte limitant le volume 2



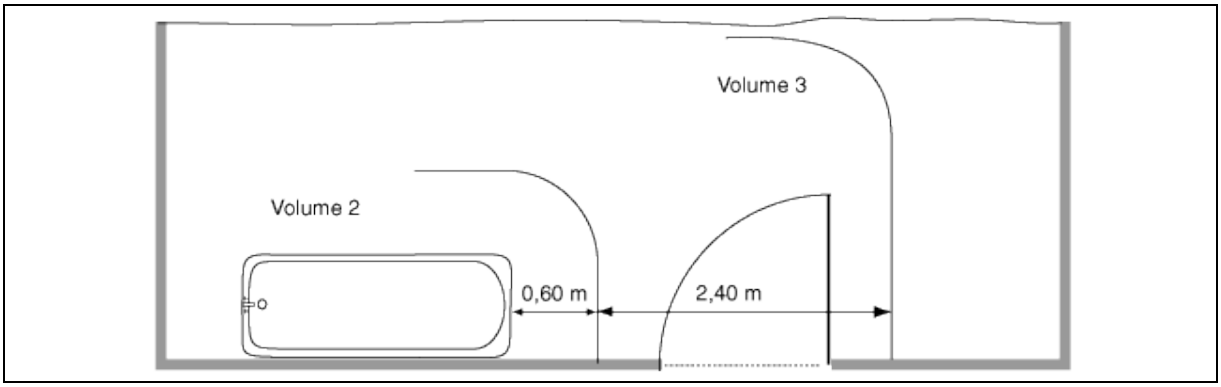
h. Volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte ne limitant pas le volume 2

Figure 7.8. Salle de bains: le volume 2 s'étend à l'extérieur de la salle de bains – Porte ne limitant pas le volume 2



i. Volume 3 se limitant à l'intérieur de la salle de bains

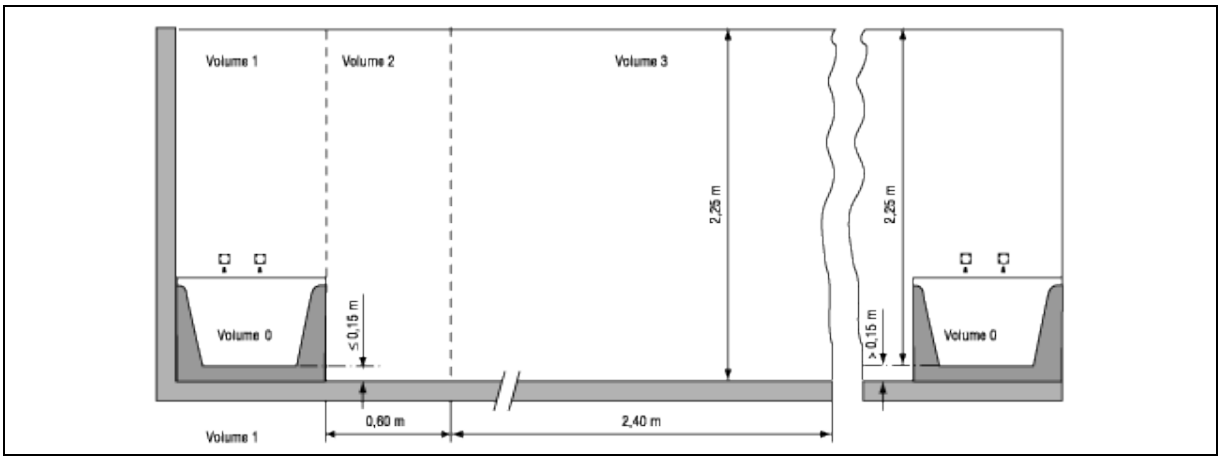
Figure 7.9. Salle de bains: le volume 3 se limitant à l'intérieur de la salle de bains



Sous-section 7.1.3.3. Dimensions des volumes – Vue en élévation

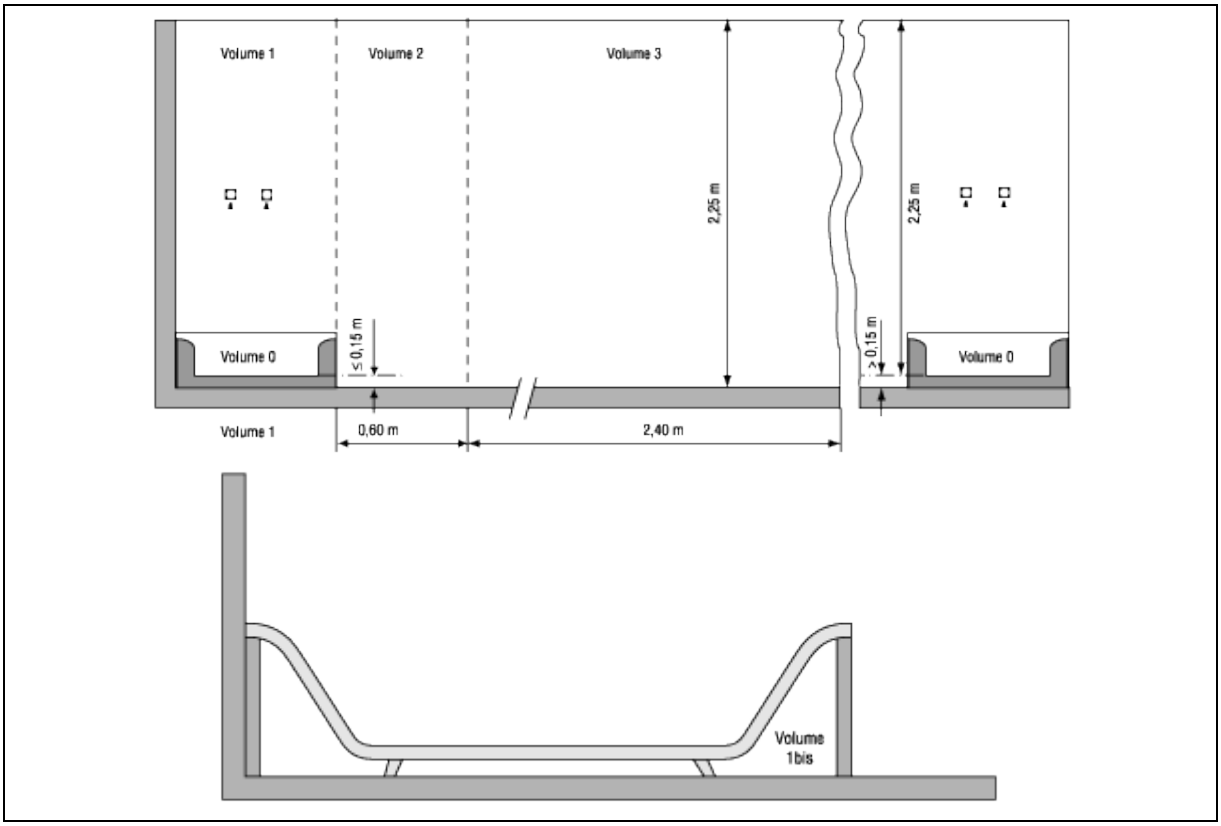
a. Baignoire

Figure 7.10. Baignoire – Vue en élévation



b. Douche

Figure 7.11. Douche – Vue en élévation



Section 7.1.4. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.1.4.1. Protection des installations dans les salles de bains et salles de douches

Dans les cas prévus au *point b.* de la *sous-section 4.2.4.3.*, les circuits d'alimentation des salles de bains et salles de douches doivent être protégés par au moins un dispositif à courant différentiel résiduel à haute ou à très haute sensibilité, ce dispositif est installé en dehors de la salle de bains et/ou de la salle de douche; en outre dans les installations domestiques, il est distinct du dispositif à courant différentiel résiduel placé à l'origine de l'installation.

Sous-section 7.1.4.2. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité

Lorsque la protection contre les contacts indirects est assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité, sa tension maximale est égale à la valeur correspondante reprise au *tableau 7.1.*

Tableau 7.1. Protection contre les contacts indirects: tension maximale en cas d'utilisation de la très basse tension de sécurité

Tension maximale en V	***Volume 0***	***Volume 1***	***Volume 2***	***Volume 3***	***Volume 1*bis**
Courant alternatif	12	12	25	25	25
Courant continu non lisse	18	18	36	36	36
Courant continu lisse	30	30	60	60	60

Sous-section 7.1.4.3. Protection contre les contacts directs – Degré de protection du matériel électrique

Lorsque la protection contre les contacts directs est assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité, sa tension maximale est égale à la valeur correspondante reprises au *tableau 7.2.*
Le degré de protection du matériel électrique admis dans les différents volumes, est en fonction de la tension appliquée, au moins celui repris au *tableau 7.2.*

Tableau 7.2. Degré de protection du matériel électrique dans les lieux contenant une baignoire ou une douche

Degré de protection minimal	***TB + TBT Pour le matériel admis***	***TBTS***						***Prises de courant BT***
		≈ ***max. V***	≅ ***max. V***	= ***max. V***	≈ ***max. V***	≅ ***max. V***	= ***max. V***	
Volume 0	Pas admises	12	18	30	6	12	20	Pas admises
		IPX7			IP00			
Volume 1	IPX4/IPX5*	12	18	30	6	12	20	Pas admises
		IPX4			IP00			
Volume 2	IPX4	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX4			IP00			
Volume 3	IPX1	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX1			IP00			
Volume 1*bis*	IPX4	25	36	60	12	18	30	IPXX
		IPX4			IP00			

≈: tension alternative, ≅: tension continu non lisse, =: tension continu lisse
* Voir *section 7.1.6.*

Sous-section 7.1.4.4. Liaisons équipotentielles supplémentaires

Une liaison équipotentielle supplémentaire (voir *sous-section 4.2.3.2.*), réalisée conformément aux dispositions de la *sous-section 5.4.4.2.*, relie tous les éléments conducteurs étrangers et les masses du matériel électrique situé dans les volumes 0, 1, 1*bis*, 2 et 3 à l'exception:
- des masses du matériel électrique à très basse tension de sécurité;
- des canalisations non-électriques en matière isolante;
- des radiateurs alimentés par des canalisations non-électriques en matière isolante.

Sous-section 7.1.4.5. Eléments de chauffage incorporés dans les sols

Des éléments de chauffage incorporés dans les sols et les parois du volume 0 sont interdits.
Des éléments de chauffage qui sont conformes aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.13.* et du *point c.* de la *sous-section 4.2.2.5.* sont admis dans les sols des volumes 1, 2 et 3 à la condition qu'ils soient recouverts d'un grillage métallique relié à la liaison équipotentielle supplémentaire.

Section 7.1.5. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.1.5.1. Influences externes

Les combinaisons des influences externes «présence d'eau», «état du corps humain» et «contacts avec le

potentiel de terre» sont mentionnées au *tableau 7.3*.

Tableau 7.3. Lieux contenant une baignoire ou une douche: combinaisons des influences externes AD, BB et BC

Influences externes	*Volume 0*	*Volume 1*	*Volume 2*	*Volume 3*	*Volume 1*bis
Présence d'eau	AD7	AD4/AD5*	AD4	AD2	AD4
Etat du corps humain	BB3	BB3	BB2	BB2	BB2
Contact avec le potentiel de terre	BC4	BC3	BC3	BC2	BC2

* Voir *section 7.1.6.*

Sous-section 7.1.5.2. Canalisations électriques

Les prescriptions ci-après sont d'application aux canalisations électriques installées dans les volumes 0, 1, 1*bis*, 2 et 3, ainsi qu'aux canalisations électriques encastrées dans les parois, sols et plafonds limitant ces zones, à une profondeur de moins de 5 cm du côté de la salle de bains.

Les canalisations électriques ne peuvent comporter aucun élément métallique (tel qu'armure, conduit en acier...) autre que leurs âmes.

Dans le volume 0, les canalisations électriques sont limitées à celles faisant partie du matériel électrique y admis. Dans les volumes 1, 1*bis* et 2, les canalisations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'alimentation du matériel électrique situé dans ces volumes.

Les boîtes de connexion des canalisations électriques sont interdites dans le volume 0.

Dans les volumes 1, 1*bis*, 2 et 3, les seuls modes de pose de canalisations électriques à basse et très basse tension autorisés sont:
- la pose sous conduits encastrés dans les parois, sols et plafonds, conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.3.*;
- la pose à l'air libre ou en montage apparent, conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.5.* Néanmoins, les canalisations électriques de type VGVB fixées directement aux parois sont interdites dans les volumes 1 et 2;
- la pose dans les vides de construction, conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.9.*;
- la pose en encastrement sans conduit, conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.10.*.

Dans ces mêmes volumes, s'il est fait usage de canalisations électriques à très basse tension de sécurité, il y a lieu d'appliquer le mode de protection par isolation défini au *point a. de la sous-section 4.2.5.4.* et ceci quel que soit le mode de pose utilisé.

Sous-section 7.1.5.3. Matériel électrique

a. Généralités

L'utilisation du matériel électrique dans les volumes 0 et 1 doit être limitée autant que possible.

L'installation dans les volumes 0, 1, 1*bis* et 2 d'un matériel électrique fixe servant à l'alimentation ou la protection d'autres locaux est interdite.

b. Matériel électrique dans le volume 0

Dans le volume 0 est seul admis le matériel électrique approprié ne pouvant être raisonnablement qu'installé dans ce volume 0 et alimenté en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au *tableau 7.2.* L'appareil d'alimentation en très basse tension de sécurité est situé en dehors des volumes 0, 1 et 2.

c. Matériel électrique dans le volume 1

Dans le volume 1 sont seulement admis:
- le matériel électrique alimenté en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au *tableau 7.2.* L'appareil d'alimentation en très basse tension de sécurité est situé en dehors des volumes 0, 1 et 2.
- les appareils de production d'eau chaude sanitaire à poste fixe alimentés en basse tension.

d. Matériel électrique dans le volume 2

Dans le volume 2 sont seulement admis:
- le matériel électrique alimenté en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au *tableau 7.2.* L'appareil d'alimentation en très basse tension de sécurité est situé en dehors des volumes 0, 1 et 2.
- les luminaires à poste fixe alimentés en basse et très basse tension, y compris ceux incorporés dans

les armoires de toilette, destinés à être installés dans les salles de bains, ainsi que leurs interrupteurs éventuels incorporés, sous réserve qu'ils soient installés à une hauteur d'au moins 1,60 m au-dessus du niveau du sol.
- les appareils de chauffage électriques ou les ventilateurs à poste fixe de la classe II alimentés en basse et très basse tension, ainsi que les appareils de production d'eau chaude sanitaire à poste fixe alimentés en basse tension.
- les socles de prises de courant protégés chacun individuellement par un transformateur de séparation des circuits d'une puissance maximale de 100 W, réalisant la séparation de sécurité des circuits conformément aux dispositions du *point c.* de la *sous-section 4.2.3.3.*
- les socles de prises de courant protégés par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à très haute sensibilité.

e. Matériel électrique dans le volume 1bis

Le matériel électrique installé dans le volume 1*bis* est limité à celui nécessaire au fonctionnement d'une baignoire d'hydromassage en ce compris le point d'alimentation.

Section 7.1.6. Règles spécifiques pour les salles de bains et salles de douches dans les installations non-domestiques

Pour les salles de bains et salles de douches dans les installations non-domestiques, toutes les prescriptions ci-dessus sont d'application. Toutefois, le degré de protection du matériel électrique admis dans le volume 1 est d'au moins IPX5.

Il est également admis:
- que des canalisations électriques de transit soient présentes;
- que des canalisations électriques de transit comportent une armure pour autant qu'elles soient recouvertes, sur tout leur parcours dans la salle de bains et/ou la salle de douches, d'un matériau isolant.

Chapitre 7.2. Piscines

Section 7.2.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.2.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux piscines, aux pédiluves ainsi qu'aux fontaines et aux autres bassins d'eau accessibles pour les personnes. Ces prescriptions sont aussi applicables aux volumes les entourant. Dans ces volumes, en usage normal, le risque de choc électrique est augmenté en raison de la réduction de la résistance du corps humain et de son contact avec le potentiel de terre.

Pour les fontaines et les autres bassins qui sont rendus inaccessibles pour des personnes par des moyens sûrs et adéquats, les prescriptions du *chapitre 7.100.* sont d'application.

Section 7.2.2. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes

Volume 0: le volume à l'intérieur du bassin, ses ouvertures dans les parois ou le fond, et les bains pieds.

Volume 1: le volume limité par:
- le volume 0;
- la surface verticale située à 2 m des bords du bassin;
- le sol;
- le plan horizontal situé à 2,5 m au-dessus du sol ou de la surface où peuvent se tenir des personnes.

Lorsque la piscine comporte des plongeurs, tremplins, plots de départ, toboggans ou des éléments structuraux où peuvent se tenir des personnes, le volume 1 est limité par:
- une surface verticale située à 1,5 m autour des plongeurs, tremplins, plots de départ, toboggans ou des éléments structuraux accessibles;
- le plan horizontal situé à 2,5 m au-dessus du niveau le plus élevé où peuvent se tenir des personnes.

Volume 2: le volume limité par:
- la surface verticale extérieure du volume 1 et le plan parallèle situé à 1,5 m de celui-ci. Dans la mesure où les influences externes AD4/BC3 sont présentes au-delà de ce plan parallèle, il y a lieu de considérer cet endroit comme faisant partie du volume 2;
- le sol;
- le plan horizontal situé à 2,5 m au-dessus du sol ou de la surface où peuvent se tenir des personnes.

La présence de parois fixes d'au moins 2,5 m de hauteur influence les dimensions des volumes 1 et 2 précités.

Les *figures 7.12.* à *7.14.* précisent les différents volumes pour quelques situations.

Figure 7.12. Dimensions des volumes pour bassins de piscines et pédiluves

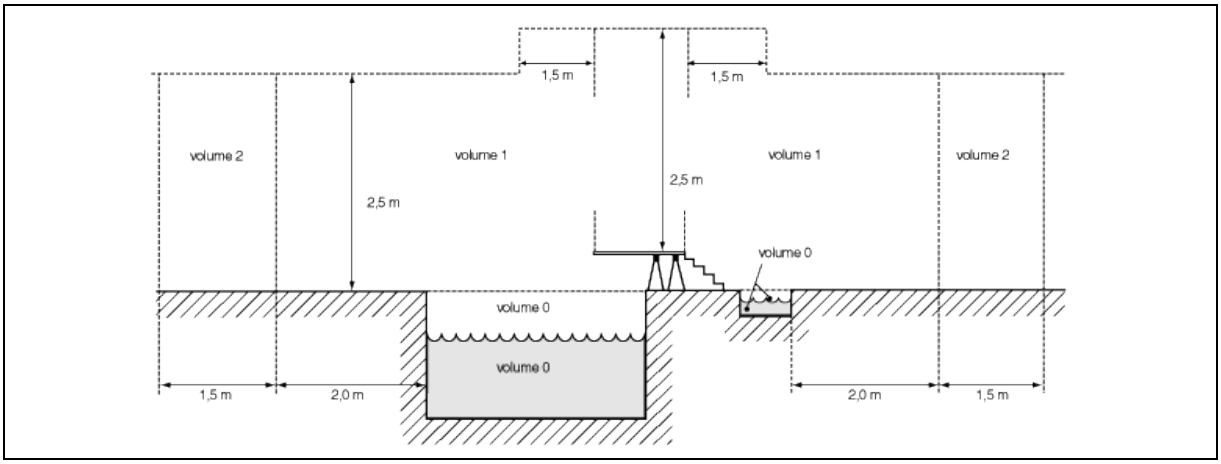


Figure 7.13. Piscines: dimensions des volumes pour bassins au-dessus du sol

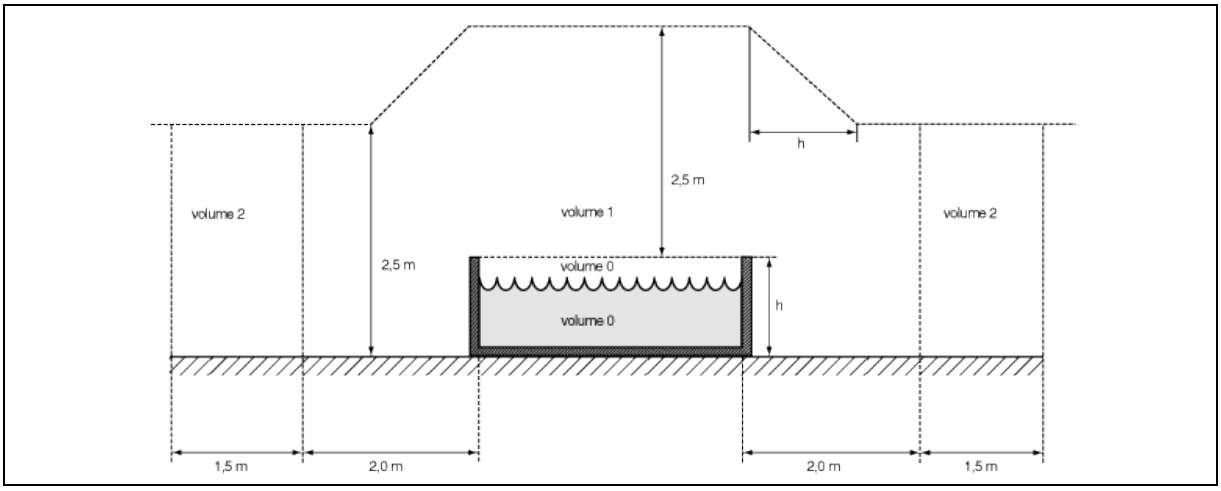
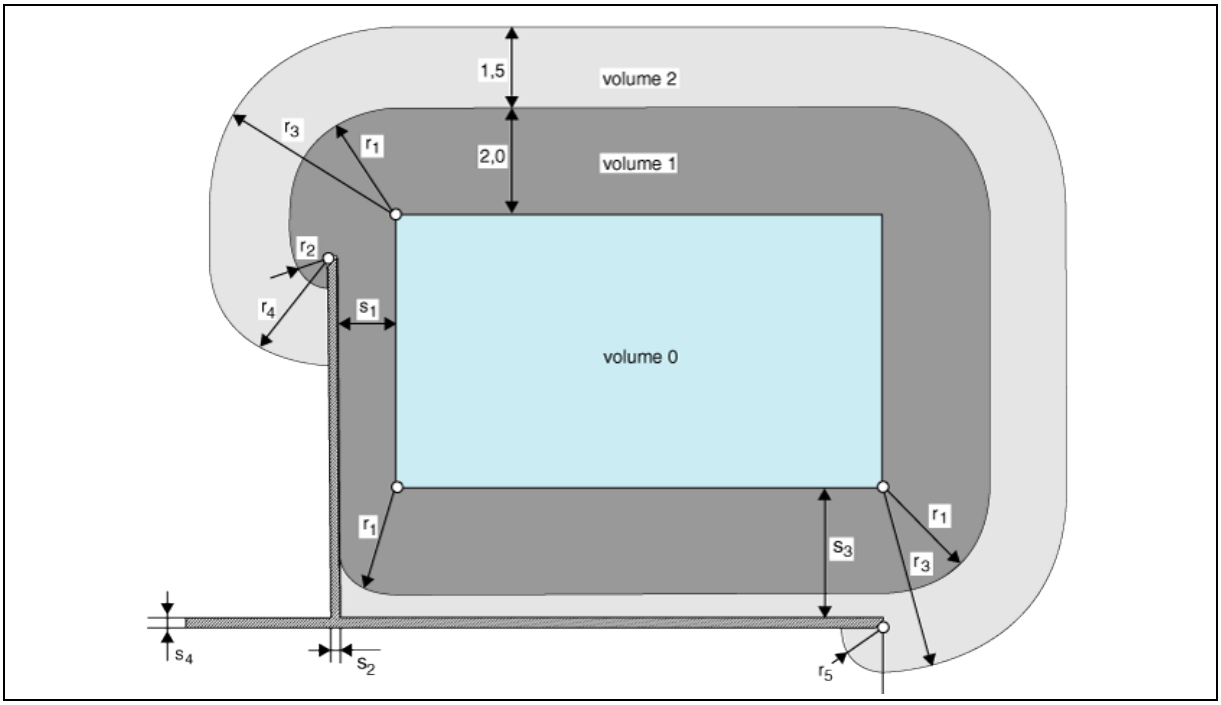


Figure 7.14. Piscines: exemple de dimensions de volumes avec cloisons fixes d'au moins 2,5 m de hauteur (représentation plane)



Dimensions en mètres:

$r_1 = 2$

$r_2 = r_1 - s_1 - s_2$

$r_3 = 3,5$

$r_4 = r_3 - s_1 - s_2$

$r_5 = r_3 - s_3 - s_4$

Section 7.2.3. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.2.3.1. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité

Lorsque la protection contre les contacts indirects est assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité, sa tension maximale est égale à la valeur correspondante reprise au *tableau 7.4.*

Tableau 7.4. Protection contre les contacts indirects: tension maximale lors de l'utilisation de TBTS dans les différents volumes des piscines

Tension maximale en V	*Volume 0*	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 à 1,25 m	*1,25 à 2 m*	
Courant alternatif	12	12	25	25
Courant continu non lisse	18	18	36	36
Courant continu lisse	30	30	60	60

Sous-section 7.2.3.2. Protection contre les contacts directs – Degré de protection du matériel électrique

La protection contre les contacts directs est assurée par l'utilisation d'isolation, d'obstacles ou d'enveloppes.

Le degré de protection du matériel électrique est au moins celui repris au *tableau 7.5*.

Tableau 7.5. Degré de protection minimale du matériel électrique dans les différents volumes des piscines

	Volume 0	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 à 1,25 m	*1,25 à 2 m*	
Degré de protection minimal	IPX7/IPX8	IPX5	IPX4 (*)	IPX4 (*)

(*) Lors de l'utilisation de la très basse tension de sécurité au plus égale à 12 V en courant alternatif, 18 V en courant continu non lisse et 30 V en courant continu lisse, aucun degré de protection n'est requis.

Sous-section 7.2.3.3. Séparation de sécurité des circuits

Lorsque la mesure de protection contre les chocs électriques par séparation des circuits est utilisée, un transformateur de séparation des circuits ne peut alimenter qu'un seul appareil.

Sous-section 7.2.3.4. Liaison équipotentielle supplémentaire

Une liaison équipotentielle supplémentaire (voir *sous-section 4.2.3.2.*), réalisée conformément aux dispositions de la *sous-section 5.4.4.2.*, relie tous les éléments conducteurs étrangers et les masses simultanément accessibles du matériel électrique situé dans les volumes 0, 1 et 2 à l'exception des masses du matériel électrique à très basse tension de sécurité.

Section 7.2.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.2.4.1. Influences externes

Les combinaisons des influences externes «présence d'eau», «état du corps humain» et «contact avec le potentiel de terre» sont mentionnées au *tableau 7.6*.

Tableau 7.6. Piscines: combinaisons des influences externes AD, BB et BC

Influence externe	*Volume 0*	*Volume 1*		*Volume 2*
		0 à 1,25 m	*1,25 à 2 m*	
Présence d'eau	AD7/AD8	AD5	AD4	AD4
Etat du corps humain	BB3	BB3	BB2	BB2
Contact avec le potentiel de terre	BC4	BC3	BC3	BC3

Sous-section 7.2.4.2. Canalisations électriques

Dans le volume 0, les canalisations électriques sont limitées à celles faisant partie du matériel électrique y admis.

Dans les volumes 1 et 2, les canalisations électriques apparentes ou celles encastrées à une profondeur ne dépassant pas 5 cm comportent une isolation complémentaire et sont classées soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir *section 2.7.1.*). Elles ne comportent aucun revêtement métallique extérieur.

Les canalisations électriques encastrées suivent des parcours verticaux ou horizontaux. Dans ce dernier cas, les canalisations électriques sont placées près du plafond.

Dans les volumes 1 et 2, les canalisations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'alimentation du matériel électrique situé dans ces volumes.

Les boîtes de connexion des canalisations électriques sont interdites dans les volumes 0 et 1. Toutefois, pour les circuits TBTS, elles sont admises dans le volume 1.

Sous-section 7.2.4.3. Matériel électrique

a. Appareils de commande, dispositifs de réglage et socles de prise de courant

A l'exception des détecteurs de contact, les appareils de commande, dispositifs de réglage et socles de prise de courant sont interdits dans les volumes 0 et 1.

Les appareils de commande, les dispositifs de réglage et les socles de prise de courant sont admis:
- dans le volume 1, s'ils sont installés en enveloppe isolante à plus de 1,25 m de la limite du volume 0 et au moins à 0,3 m au-dessus du sol;
- dans le volume 2,

à condition d'être protégés par l'une des mesures suivantes:
- alimentation en TBTS dont la tension est au plus égale à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse et 60 V en courant continu lisse. L'appareil d'alimentation en TBTS est situé en dehors des volumes 0, 1 et 2. Cet appareil peut être installé dans le volume 2 si son circuit d'alimentation est protégé par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité;
- coupure automatique de l'alimentation par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité;
- séparation de sécurité individuelle par appareil de commande, dispositif de réglage ou socle de prise de courant selon les prescriptions du *point c.* de la *sous-section 4.2.3.3.* L'appareil d'alimentation est situé en dehors des volumes 0, 1 et 2. Cet appareil peut être installé dans le volume 2 si son circuit d'alimentation est protégé par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité.

b. Luminaires

Les luminaires dans le volume 0 ne peuvent être alimentés qu'en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au tableau de la *sous-section 7.2.3.1.*

Dans les volumes 1 et 2, des luminaires sont admis à condition d'être protégés par l'une des mesures suivantes:
- alimentation en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au tableau de la *sous-section 7.2.3.1.*;
- protection mécanique (influence externe AG2) ne pouvant être enlevée qu'à l'aide d'un outil, et située au moins à 2,25 m au-dessus de la surface où peuvent se tenir des personnes.

c. Eléments de chauffage incorporés dans les sols

Des éléments de chauffage incorporés dans les sols et les parois du volume 0 sont interdits.

Des éléments de chauffage qui sont conformes aux prescriptions de la *sous-section 5.2.9.13.* et du *point c.* de la *sous-section 4.2.2.5.* sont admis dans les sols des volumes 1 et 2 à la condition qu'ils soient recouverts d'un grillage métallique relié à la liaison équipotentielle supplémentaire.

d. Autres appareils

Dans les volumes 0, 1 et 2, les machines et appareils électriques autres que ceux mentionnés aux points précédents, doivent satisfaire aux conditions suivantes:
- ils sont nécessaires à l'exploitation de la piscine (pompes...);
- ils sont situés dans une enveloppe dont l'isolation est équivalente à un appareil de classe II et présentant une protection mécanique (influence externe AG2);
- ils sont protégés complémentairement par l'une des mesures suivantes:
  - alimentation en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs reprises au tableau de la *sous-section 7.2.3.1.*, ou
  - coupure automatique de l'alimentation par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité, ou
  - séparation des circuits individuelle selon les prescriptions du *point c.* de la *sous-section 4.2.3.3.*

Si le matériel électrique est placé dans un caniveau ou lieu technique situé dans le volume 1 ou 2:
- il est seulement accessible au personnel de service et d'entretien;
- il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'enlèvement ou de l'ouverture d'enveloppes;
- ce caniveau ou lieu est rendu non inondable.

Section 7.2.5. Règles spécifiques

Sous-section 7.2.5.1. Piscines privées dans les installations domestiques

Nonobstant les prescriptions du présent chapitre, pour les piscines privées dans les installations domestiques, les dispositions du *chapitre 7.1.* sont d'application.

Sous-section 7.2.5.2. Installations de balnéothérapie

L'équipement électrique d'une installation de balnéothérapie est réalisé dans les mêmes conditions que les installations électriques dans les volumes de protection des piscines.

Toutefois, si l'installation de balnéothérapie comporte une baignoire prévue pour un maximum de quatre personnes, il est permis dans le volume de protection d'utiliser un moteur électrique de pompe d'un degré de protection égal à IPX3 pour autant que le matériel soit installé dans un compartiment spécial qui assure une protection efficace contre les chutes d'eau.

Chapitre 7.3. Saunas

Section 7.3.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.3.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux locaux dans lesquels sont installés des équipements de saunas.

Section 7.3.2. Détermination des caractéristiques générales

Sous-section 7.3.2.1. Volumes

Les *figures 7.15.* et *7.16* représentent les différents volumes des saunas.

Figure 7.15. Différents volumes des saunas – Vue en élévation

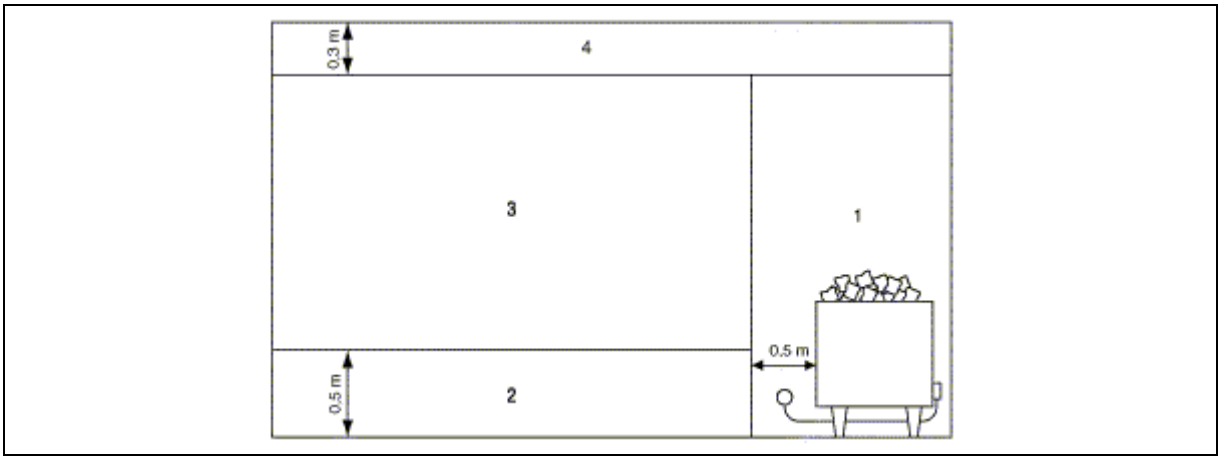
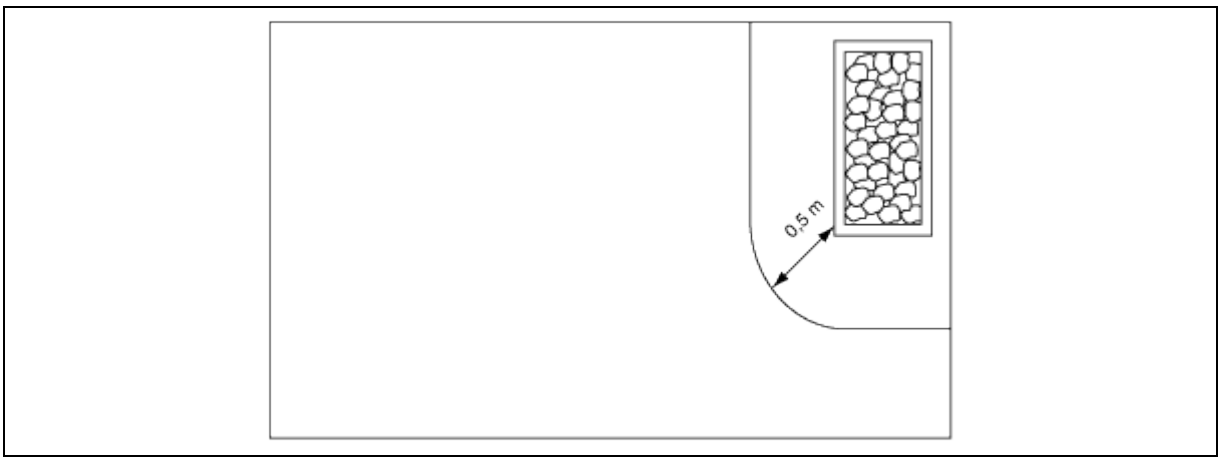


Figure 7.16. Différents volumes des saunas – Vue en plan



Sous-section 7.3.2.2. Influences externes

Les saunas sont des lieux caractérisés par les influences externes suivantes:
- résistance électrique du corps humain: BB2;
- présence d'eau: AD4;
- contact avec le potentiel de terre: BC3;
- du point de vue température ambiante, on fait une distinction en fonction des 4 volumes (voir *sous-section 7.3.2.1.*):
  - dans le volume 1, seulement le matériel électrique appartenant aux appareils de chauffage pour saunas est admis;
  - dans le volume 2, il n'y a aucune prescription particulière du point de vue de la résistance du matériel à la chaleur;
  - dans le volume 3, le matériel électrique doit pouvoir supporter une température de 125 °C;

- dans le volume 4, seuls sont installés les luminaires, les dispositifs de commande et de réglage des appareils de chauffage pour saunas et les canalisations électriques qui leur sont raccordées; les détecteurs de température devant être obligatoirement situés dans le volume 4. La résistance à la chaleur doit être comme prescrite pour le volume 3.

Section 7.3.3. Protection contre les chocs électriques

Lorsque la très basse tension de sécurité est utilisée, la tension maximale est limitée à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Section 7.3.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.3.4.1. Degré de protection du matériel électrique

Le degré de protection du matériel électrique est au moins IPX4.

Sous-section 7.3.4.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques comportent une isolation complémentaire et sont classées soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir *section 2.7.1.*). Elles ne comportent aucun revêtement métallique extérieur.

Sous-section 7.3.4.3. Matériel électrique

Dans les saunas, les seuls matériels électriques admis sont les appareils de chauffage, y compris leurs dispositifs de commande et de réglage, les luminaires, les canalisations électriques qui leur sont raccordées ainsi que les boîtes de raccordement.

Ces appareils sont:
- soit protégés par une séparation des circuits individuelle selon les prescriptions du *point c.* de la *sous-section 4.2.3.3.*;
- soit de classe I, leurs circuits d'alimentation étant protégés par des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou très haute sensibilité;
- soit de la classe II ou de sécurité, contre les chocs électriques, équivalant à celle des appareils de la classe II;
- soit de la classe III et alimentés en très basse tension de sécurité conformément aux valeurs de *la section 7.3.3.*

Tous les autres appareils électriques sont placés en dehors du sauna.

Chapitre 7.4. Installations de chantiers et installations extérieures

Section 7.4.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.4.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations de chantiers non-domestiques et aux installations extérieures domestiques et non-domestiques.

Section 7.4.2. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.4.2.1. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation

Si la protection contre les chocs électriques par contacts indirects est assurée par la coupure automatique de l'alimentation, la tension limite conventionnelle absolue U_L est prise égale à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Sous-section 7.4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par la très basse tension de sécurité

Si la protection contre les chocs électriques par contacts indirects est assurée par la très basse tension de sécurité, la valeur maximale de la tension est de 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Section 7.4.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.4.3.1. Conditions d'influences externes

Les installations électriques extérieures et de chantiers, à l'exclusion de celles des quais et jetées, sont caractérisées par les influences externes suivantes:
- état du corps humain: BB2;
- présence d'eau: AD2 à AD4;
- contact avec le potentiel de la terre: BC3.

Sous-section 7.4.3.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques souples possèdent une résistance mécanique accrue et une isolation complémentaire et sont classées soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir *section 2.7.1.*).

Sous-section 7.4.3.3. Matériel électrique

a. Tableau de répartition et de manoeuvre de chantier

A l'origine de chaque installation de chantiers, est disposé un ensemble comprenant un appareil général de commande et les dispositifs de protection principaux. Les dispositifs de sectionnement et de protection des circuits divisionnaires sont disposés dans le même tableau de répartition et de manoeuvre ou dans des tableaux de répartition et de manœuvre distincts.

L'alimentation des appareils d'utilisation s'effectue à partir de tableaux de répartition et de manœuvre comportant, suivant les besoins:
- les moyens de coupure;
- les dispositifs de protection contre les surintensités;
- les dispositifs de protection contre les contacts indirects;
- les socles de prises de courant.

Les tableaux de répartition et de manoeuvre prévus ci-dessus satisfont aux prescriptions des *sous-sections 5.3.6.1.* et *5.3.6.2.*

Les tableaux de répartition et de manoeuvre prévus peuvent être groupés ou distincts.

Les tableaux de répartition et de manoeuvre présentent une stabilité suffisante pour pallier les risques de renversement.

Ils sont aisément transportables. Si leur poids et leurs dimensions le justifient, ils sont munis d'une poignée ou d'un anneau de levage.

b. Socles de prises de courant d'installation de chantiers

Les socles de prises de courant sont mis à l'abri des dégradations mécaniques et disposés:
- soit à l'intérieur des tableaux de manœuvre et de répartition qui ne présentent pas de risque de renversement et peuvent, le cas échéant, être transportés aisément;
- soit, si nécessaire, sur des supports fixes.

Chapitre 7.6. Enceintes conductrices

Section 7.6.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.6.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations des enceintes conductrices et à l'alimentation des appareils à l'intérieur de ces enceintes.

Section 7.6.2. Termes et définitions

Les enceintes conductrices sont des lieux exigus dont les parois sont essentiellement constituées de parties métalliques ou très conductrices reliées à la terre et dans lesquelles les possibilités pour une personne d'interrompre le contact avec les parois métalliques sont limitées.

Section 7.6.3. Protection contre les chocs électriques

Seules sont admises les mesures de protection suivantes:

1. pour le matériel portatif, à l'exception des appareils d'éclairage portatifs:
   - soit l'alimentation en très basse tension de sécurité d'une valeur maximale U égale respectivement à 25 ou 12 V en courant alternatif, 36 ou 18 V en courant continu non lisse et 60 ou 30 V en courant continu lisse, selon que l'état du corps humain est caractérisé par les influences externes BB1 ou BB2/BB3;
   - soit un appareil de classe II ou un appareil de classe I si un appareil de classe II n'existe pas, chaque appareil étant alimenté par un transformateur de séparation des circuits distinct.
2. pour les appareils d'éclairage portatifs et pour les appareils fixes non protégés contre les contraintes mécaniques, l'alimentation en très basse tension de sécurité d'une valeur maximale *U* telle que définie au *point 1.*;
3. pour le matériel fixe, à l'exception des appareils d'éclairage non protégés contre les contraintes mécaniques, la mesure active de coupure automatique du courant selon le schéma des liaisons à la terre (*sous-section 4.2.3.4.)* dès que la tension de contact dépasse les valeurs de la tension de sécurité, la valeur limite de la tension conventionnelle relative étant prise égale à la tension *U* définie ci-avant.

Les dispositifs d'alimentation de la très basse tension de sécurité ou les transformateurs de séparation des circuits sont placés en dehors de l'enceinte conductrice.

Si pour certains matériels, comme par exemple les appareils de mesure ou de contrôle, il est nécessaire de disposer d'une prise de terre fonctionnelle, une liaison équipotentielle supplémentaire (voir *sous-section 4.2.3.2.*) conforme aux dispositions de la *sous-section 5.4.4.2.* est réalisée entre toutes les masses et tous les éléments conducteurs étrangers à l'intérieur de l'enceinte conductrice.

Lorsque le moteur d'entraînement se trouve à l'extérieur de l'enceinte conductrice, il peut être fait usage d'autres mesures de protection à la condition que l'appareil soit entraîné par l'intermédiaire d'un axe flexible ou d'un moyen de transmission de force répondant à la prescription par isolation supplémentaire (*section 2.4.2.*).

Section 7.6.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.6.4.1. Influences externes

Les enceintes conductrices sont caractérisées par les influences externes suivantes:

- contact avec le potentiel de la terre: BC4;
- présence d'eau: AD1 à AD8;
- état du corps humain: BB1 à BB3.

Sous-section 7.6.4.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques possèdent une isolation complémentaire et sont classées soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique équivalent à celle de la classe II (voir *section 2.7.1.*). Elles ne comportent aucun revêtement métallique extérieur.

Chapitre 7.8. Campings

Section 7.8.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.8.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux parties des installations électriques des campings qui sont prévues pour alimenter les caravanes, camping-cars, tentes...

Section 7.8.2. Point de raccordement

Le point de raccordement des caravanes, camping-cars, tentes … est alimenté via un socle de prise de courant individuel.

Section 7.8.3. Protection contre les chocs électriques

Chaque point de raccordement des caravanes, camping-cars, tentes... est protégé individuellement par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute sensibilité, la tension limite conventionnelle étant égale à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Section 7.8.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.8.4.1. Influences externes

Le matériel électrique alimentant les caravanes, les camping-cars, tentes… dans les terrains de campement est soumis aux influences externes suivantes:

- état du corps humain: BB2;
- présence d'eau: AD4 et AD5;
- contact avec le potentiel de la terre: BC3.

Sous-section 7.8.4.2. Matériel électrique

Le contact de terre des socles de prise de courant est relié à la prise de terre des masses de l'installation d'alimentation.

Chapitre 7.9. Marinas

Section 7.9.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.9.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations électriques pour l'alimentation des bateaux de plaisance.

Section 7.9.2. Protection contre les chocs électriques

Chaque point de raccordement des bateaux de plaisance est protégé individuellement par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute sensibilité, la tension limite conventionnelle étant égale à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Section 7.9.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.9.3.1. Influences externes

Le matériel électrique alimentant les bateaux aux quais et jetées est soumis aux influences externes suivantes:

- état du corps humain: BB2;
- présence d'eau: AD4 et AD5;
- contact avec le potentiel de la terre: BC3.

Sous-section 7.9.3.2. Matériel électrique

Le contact de terre des socles de prise de courant est relié à la prise de terre des masses de l'installation d'alimentation.

Chapitre 7.11. Installations foraines

Section 7.11.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.11*. Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations électriques temporaires des chapiteaux, tentes, structures, stands... installés dans les lieux tels que foires, marchés, cirques, lieux d'expositions...

Section 7.11.2. Protection contre les chocs électriques

Dans le cas des installations foraines, quel que soit le mode d'alimentation, à l'exception de la très basse tension de sécurité, les conducteurs de protection sont reliés à une prise de terre dont la résistance de dispersion n'est pas supérieure à 500 Ω.

Tous les circuits, autres que ceux alimentés en très basse tension de sécurité, sont protégés par au moins un dispositif de protection à courant différentiel résiduel dont le courant de fonctionnement n'est pas supérieur à 100 mA ou par un dispositif de protection contre les chocs électriques par contacts indirects offrant une sécurité équivalente.

Chapitre 7.100. Fontaines et autres bassins d'eaux

Section 7.100.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.100.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux fontaines et aux autres bassins d'eau qui sont rendus inaccessibles pour des personnes par des moyens sûrs et adéquats. Ces prescriptions sont aussi applicables aux volumes les entourant.

Pour les fontaines et les autres bassins d'eau accessibles pour les personnes, les prescriptions relatives aux piscines (*chapitre 7.2.*) sont d'application.

Section 7.100.2. Détermination des caractéristiques générales – Classification des volumes

Volume 0: le volume à l'intérieur du bassin, ses ouvertures dans les parois ou le fond, et le volume à l'intérieur des cascades ou de fontaines.

Volume 1: le volume limité par:
- le volume 0;
- la surface verticale située à 2 m des bords du bassin;
- le sol;
- le plan horizontal situé à 2,5 m au-dessus du sol ou de la surface où peuvent se tenir des personnes.

Lorsque les fontaines ou les autres bassins d'eau comportent des éléments structuraux où peuvent se tenir des personnes, le volume 1 est limité par:
- une surface verticale située à 1,5 m autour desdits éléments structuraux;
- le plan horizontal situé à 2,5 m au-dessus du niveau le plus élevé où peuvent se tenir des personnes.

La présence de parois fixes d'au moins 2,5 m de hauteur influence les dimensions du volume 1 précité.

Il n'existe pas de volume 2.

Section 7.100.3. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.100.3.1. Protection contre les contacts indirects par l'utilisation de la très basse tension de sécurité

Lorsque la protection contre les contacts indirects dans les volumes 0 et 1 est assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité, sa tension maximale est égale à 50 V en courant alternatif, 75 V en courant continu non lisse ou 120 V en courant continu lisse.

Sous-section 7.100.3.2. Protection contre les contacts directs - Degré de protection du matériel électrique

La protection contre les contacts directs dans les volumes 0 et 1 est assurée par l'utilisation d'isolation, d'obstacles ou d'enveloppes.

Le degré de protection du matériel électrique est au moins:
- IPX7/IPX8 dans le volume 0;
- IPX5 dans le volume 1.

Sous-section 7.100.3.3. Séparation de sécurité des circuits

Lorsque la mesure de protection contre les chocs électriques par séparation des circuits est utilisée, un transformateur de séparation des circuits ne peut alimenter qu'un seul appareil.

Sous-section 7.100.3.4. Liaison équipotentielle supplémentaire

Une liaison équipotentielle supplémentaire (voir *sous-section 4.2.3.2.*), réalisée conformément aux dispositions de la *sous-section 5.4.4.2.*, relie tous les éléments conducteurs étrangers et les masses simultanément accessibles du matériel électrique situé dans les volumes 0 et 1 à l'exception des masses du matériel électrique à très basse tension de sécurité.

Section 7.100.4. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.100.4.1. Canalisations électriques

Dans les volumes 0 et 1, les canalisations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'alimentation du matériel électrique situé dans ces volumes.

Les boîtes de connexion des canalisations électriques et les socles de prise de courant sont interdites dans les volumes 0 et 1. Toutefois, pour les circuits TBTS, elles sont admises dans le volume 1.

Sous-section 7.100.4.2. Matériel électrique

a. Luminaires

Dans les volumes 0 et 1, les luminaires sont admis à condition d'être protégés par l'une des mesures suivantes:
- alimentation en TBTS conformément aux valeurs de la *sous-section 7.100.3.1.* L'appareil d'alimentation en TBTS est situé en dehors des volumes 0 et 1;
- coupure automatique de l'alimentation par un dispositif de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité;
- séparation des circuits individuelle selon les prescriptions du *point c. de la sous-section 4.2.3.3.* L'appareil d'alimentation est situé en dehors des volumes 0 et 1.

Les luminaires dans les volumes 0 et 1 doivent être fixés et pourvus d'une protection mécanique (influence externe AG2) ne pouvant être enlevée qu'à l'aide d'un outil.

Les luminaires dans le volume 0, situés derrière des hublots fixes et alimentés en dehors du volume 0, doivent être mis en œuvre de telle manière qu'aucun contact galvanique ne puisse se produire entre la masse des luminaires et les parties conductrices des hublots.

b. Autres appareils électriques

Dans les volumes 0 et 1, seuls sont admis les pompes et le matériel électrique mentionné aux points précédents.

Les pompes sont protégées par une des mesures mentionnées au *point a.*

Si le matériel électrique est placé dans un caniveau ou lieu technique situé dans le volume 1:
- il est seulement accessible au personnel de service et d'entretien;
- il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'enlèvement ou de l'ouverture d'enveloppes;
- ce caniveau ou lieu est rendu non inondable.

Chapitre 7.101. Véhicules ou remorques routières pendant leur stationnement

Section 7.101.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.101.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent à l'alimentation du matériel électrique installé à bord des véhicules automobiles ou de remorques routières pendant leur stationnement.

Section 7.101.2. Protection contre les chocs électriques

L'alimentation du matériel électrique installé à bord des véhicules automobiles ou de remorques routières pendant leur stationnement est réalisée par l'une des solutions suivantes:

- alimentation par une génératrice à bord du véhicule ou de la remorque; toutes les masses des machines et appareils électriques sont interconnectées; le réseau du bord n'alimente pas de machines et appareils électriques extérieurs au véhicule à moins que les masses de ce matériel ne soient reliées électriquement à celles du véhicule;
- alimentation à partir d'un réseau de distribution publique par l'intermédiaire d'un transformateur de séparation des circuits ou à partir d'un groupe moteur-générateur présentant des garanties de sécurité équivalentes;
- alimentation directe à partir d'un réseau de distribution publique à condition que le matériel électrique installé sur le véhicule ou la remorque soit protégé par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou très haute sensibilité; les masses du matériel électrique installé à bord du véhicule ou de la remorque sont reliées à une prise de terre dont la résistance de dispersion n'est pas supérieure à 800 ohms.

Lors de l'emploi des systèmes d'alimentation repris aux 2ème et 3ème tirets ci-avant, l'entrée du câble souple d'alimentation dans le véhicule doit être réalisée de manière telle qu'il ne puisse se produire de défaut d'isolement risquant de mettre sous tension la masse métallique du véhicule, par exemple à l'aide d'une entrée en matière isolante enserrant le câble ou en faisant usage d'un socle de connecteur.

Chapitre 7.102. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Section 7.102.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce chapitre *7.102*. Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations électriques dans les emplacements dangereux définis ci-après.

Ces dispositions ne s'appliquent pas à l'utilisation des appareils à gaz auxquels s'appliquent les dispositions de l'arrêté royal du 3 juillet 1992 concernant la mise sur le marché des appareils à gaz, dans ce sens que ces appareils à gaz ne sont pas considérés eux-mêmes comme sources d'émission susceptibles de donner lieu à une atmosphère explosible.

Section 7.102.2. Termes et définitions

Conditions atmosphériques: conditions d'ambiance où la pression peut varier entre 80 kPa (0,8 bar) et 110 kPa (1,1 bar) et la température entre -20 °C et +40 °C (gaz) et +60 °C (poussières) et où la teneur en oxygène s'élève à 21 ± 1 pour cent en volume.

Atmosphère explosive: un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou particules de poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

Emplacement dangereux: emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente ou dans lequel on peut s'attendre à ce qu'elle soit présente, en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matière de construction, d'installation et d'utilisation du matériel électrique, pour assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers inhérents aux atmosphères explosives.

Emplacement non dangereux: emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive soit présente en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matières de construction, d'installation et d'utilisation du matériel électrique.

Source de dégagement: point ou endroit où le dégagement d'une substance inflammable peut se produire. Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles sont également considérés comme sources de dégagement.

Section 7.102.3. Mesures générales de prévention

Dans les emplacements dangereux ou dans leur voisinage, des mesures sont prises pour:
- réduire au strict minimum les emplacements dangereux et leur étendue;
- limiter le plus possible l'emploi du matériel électrique dans ces emplacements;
- éviter que le matériel électrique ne puisse donner lieu à l'inflammation d'une atmosphère explosive;
- limiter les défaillances et incidents pouvant donner lieu à une atmosphère explosive.

Les défaillances et les incidents pouvant donner lieu à une atmosphère explosive sont classés comme faisant ou ne faisant pas partie du fonctionnement normal sur base des éléments de l'analyse et de l'évaluation des risques, notamment sur leur fréquence et la durée pendant laquelle chacune de ces atmosphères explosives peut persister.

Section 7.102.4. Classification des emplacements dangereux

Les emplacements dangereux sont classés en zones sur base de la fréquence et de la durée de la présence d'une atmosphère explosive de la façon suivante:

Zone 0: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 1: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

Zone 2: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

Zone 20: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 21: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

Zone 22: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

Section 7.102.5. Détermination des zones

Préalablement à la détermination des zones et de leur étendue, l'exploitant s'assure de la disponibilité des données nécessaires à leur détermination, conformément aux points *a.* à *k.* ci-dessous.

Lors de la subdivision des emplacements dangereux, on tiendra au moins compte:
a) du type de l'installation, de la nature de l'activité et des procédés mis en œuvre;
b) des conditions de travail et des équipements utilisés;
c) des caractéristiques des substances inflammables gazeuses dont notamment la concentration, la densité relative, la température minimale d'inflammation, l'énergie minimale d'inflammation, la tension de vapeur, les limites d'explosibilité...;
d) des caractéristiques des substances inflammables poussiéreuses dont notamment la granulométrie et leur concentration dans l'air, le degré d'humidité, la température d'auto-combustion, la température minimale d'auto inflammation, de l'énergie minimale d'inflammation, des limites d'explosibilité...;
e) de la localisation et des caractéristiques (débit, fréquence et durée de l'émission...) des sources de dégagement et de la quantité de substances combustibles émises;
f) de la présence d'obstacles (parois, toits...) qui peut influencer la dilution et la dispersion des substances combustibles et de la présence d'espace (cavité, conduit...) dans lesquels des substances combustibles peuvent s'accumuler ou se déplacer facilement;
g) des ouvertures dans les obstacles mentionnées au *point f.*;
h) de l'efficacité des garnitures d'étanchéité;
i) de la différence de pression entre:
   - les emplacements dangereux;
   - les emplacements dangereux et les emplacements non dangereux;
j) des couches, dépôts de poussières combustibles et de leur effet cumulatif;
k) des caractéristiques de ventilation naturelles et/ou artificielles ainsi que des courants d'air pouvant entraîner la formation de nuages de poussières.
   Lorsque la ventilation artificielle influence la détermination des types de zone et/ou leur étendue, il y a lieu de tenir compte de la fiabilité de celle-ci.
   La détermination des zones et leur délimitation est basée sur:
   - soit des calculs;
   - soit des mesures;
   - soit par l'expérience;
   - soit une combinaison des critères repris ci-dessus.

Lorsqu'une unité technique d'exploitation a fait l'objet d'un classement des zones dangereuses, aucune modification ne peut être apportée à l'équipement ou aux procédures d'exploitation sans en avoir préalablement consulté les responsables du classement desdites zones.

Section 7.102.6. Documents

Les données mentionnées à la *section 7.102.5.* seront précisées dans un rapport circonstancié et les dimensions géographiques des zones figurent sur un ou plusieurs plans de zonage tel que défini à la *section 3.1.2.*

Ce rapport de zonage reprendra les données sur lesquelles la détermination des zones et leur étendue est basée, les conclusions et la justification de celles-ci.

Le rapport de zonage et le plan de zonage seront identifiables l'un par rapport à l'autre.

Ces documents doivent être approuvés et paraphés par l'exploitant ou son délégué et par le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* Tout changement de l'un des paramètres ayant

déterminé la classification en zones doit donner lieu à une mise à jour du plan et du rapport de zonage approuvé et paraphé par l'exploitant ou son délégué et par le représentant de l'organisme agréé.

Section 7.102.7. Choix et utilisation des machines et appareils électriques et leurs systèmes de protection

Dans les emplacements dangereux, les machines et appareils électriques et les systèmes de protection sont conformes aux dispositions, suivant la date de mise sur le marché, soit de l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 concernant la mise sur le marché des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.

Les catégories suivantes d'appareils seront notamment utilisées dans les zones indiquées, à condition qu'elles soient adaptées aux gaz, vapeurs ou brouillards et/ou poussières concernées, selon le cas:
- dans la zone 0 et la zone 20, appareils de la catégorie 1;
- dans la zone 1 et la zone 21, appareils de la catégorie 1 ou 2;
- dans la zone 2 et la zone 22, appareils de la catégorie 1, 2 ou 3.

Par dérogation aux alinéas 1 et 2, les machines et appareils électriques et les systèmes de protection déjà mis pour la première fois sur le marché dans l'Union européenne avant le 30 juin 2003, peuvent ne pas être conformes aux dispositions de l'arrêté royal du 22 juin 1999 s'ils répondent à chacune des trois conditions suivantes:
- les machines et appareils électriques et les systèmes de protection installés répondent aux prescriptions de l'arrêté royal du 12 août 1981 déterminant les garanties de sécurité que doivent présenter le matériel électrique, utilisable en atmosphère explosible, ainsi que les prises de courant à usage domestique et les dispositifs d'alimentation de clôtures électriques;
- l'évaluation des risques prouve qu'ils peuvent être utilisés en toute sécurité;
- l'évaluation des risques est approuvée par un organisme agréé qui est également accrédité pour les contrôles des installations électriques dans des zones à risques d'explosion.

Le matériel électrique doit présenter des caractéristiques appropriées aux influences externes présentes.

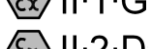
Le matériel électrique est choisi de telle sorte que sa température maximale de surface de ses parties ne puisse donner lieu à l'inflammation des poussières sous forme de couche pouvant éventuellement être présente.

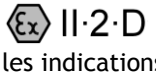
Il y a lieu d'accorder une attention particulière aux réactions éventuelles du matériel électrique par rapport aux produits chimiques présents.

Le matériel électrique est choisi en tenant compte des indications sur la plaque signalétique et de la notice d'instruction prévue soit à l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit à l'arrêté royal du 21 avril 2016, par exemple les lettres G (gaz) et D (poussière), le groupe de gaz IIA-IIB-IIC, les classes de température T1 à T6.

Chaque machine et appareil électrique et système de protection doivent porter, de manière lisible et indélébile, les indications minimales suivantes:
- le nom du fabricant;
- le marquage CE, suivi de l'identification du fabricant et éventuellement de l'organisme notifié;
- le marquage spécifique de protection contre les explosions

  suivi par le symbole du groupe d'appareils et de la catégorie, suivi pour les appareils du groupe II par la lettre « G » pour les atmosphères explosives dues à la présence de gaz, de vapeurs ou de brouillards et/ou la lettre « D » concernant les atmosphères explosives dues à la présence de poussière; exemples:

  
- les indications indispensables à la sécurité d'emploi ; exemples:
  - EEx de IIB, T4
  - ExtD 22 T 135°C
  - «NE PAS OUVRIR SOUS TENSION»

Lorsque différents produits inflammables sont utilisés dans un même lieu ou même partie d'un lieu, il est tenu compte du degré le plus sévère pour chaque paramètre.

Lorsque qu'une atmosphère explosive est due à la présence de poussière conductible (résistance spécifique $\leq 10^3\ \Omega$m) les appareils électriques doivent être au moins de la catégorie 2D.

L'exploitant doit pouvoir fournir aux fonctionnaires chargés de la surveillance ainsi qu'à l'organisme agréé chargé du contrôle de conformité avant mise en usage, les documents nécessaires permettant de vérifier que le matériel électrique est adapté aux conditions d'utilisation et peut être utilisé sans danger.

Il s'agit en autre:
- pour le matériel électrique dont le numéro du certificat est suivi par le suffixe X, des documents reprenant les conditions d'utilisation et/ou d'installation spécifique;
- pour les systèmes à sécurité intrinsèque pour lesquels il n'existe pas de certificat relatif au circuit intégral, d'une description du système rédigé par le concepteur du système;
- de la notice d'instruction dont mention ci-dessus.

Section 7.102.8. Installation du matériel électrique

Sous-section 7.102.8.1. Généralités

L'installation, l'entretien des machines et appareils électriques, construits selon une des catégories citées dans la *section 7.102.7.*, sont confiés à un personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), qui connaît les exigences spécifiques pour l'installation et l'entretien de ce type de matériel.

Le matériel électrique doit être installé de telle sorte que ne soit pas gênée la dissipation de la chaleur produite, en fonctionnement normal, par ce matériel électrique.

Le matériel électrique doit être installé selon la notice d'instruction dont mention à la *section 7.102.7.*

Il y a lieu d'accorder une attention particulière à la puissance thermique dissipée par le matériel tel que les transformateurs, les résistances, les bornes de connexion, les lampes, les fusibles...

Lorsqu'une aération naturelle est insuffisante pour éviter une concentration dangereuse de la chaleur, un dispositif de refroidissement approprié est prévu. Si des températures admissibles pour le matériel électrique sont dépassées, ce matériel est mis hors tension.

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables doivent répondre à l'une ou l'autre des exigences suivantes:

a) soit le moteur est pourvu:
   - d'un dispositif de protection qui provoque la déconnexion du moteur avant que la température de surface admissible soit dépassée moyennant des capteurs de température incorporés au moteur et spécifiés dans la documentation de celui-ci;
   - ou d'autres moyens efficaces pour limiter sa température de surface à une valeur qui ne dépasse pas la température de surface acceptable.

   Dans ces cas, il n'est pas nécessaire d'éprouver l'ensemble du moteur et du convertisseur;
b) soit l'ensemble formé par le moteur, le convertisseur et le dispositif de protection fait l'objet d'une déclaration de conformité.

Sous-section 7.102.8.2. Installation et entretien des machines et appareils électriques

Les machines et appareils électriques sont disposés ou protégés de telle façon que le dépôt de poussières soit limité autant que possible et que le nettoyage puisse être effectué facilement.

L'installation et l'entretien sont effectués conformément aux règles de l'art en respectant les dispositions prévues par la notice du fabricant. Une attention particulière sera accordée aux points ci-dessous.

a. Mode de protection «d»

Les jonctions résistantes à la pression (brides) entre les enveloppes antidéflagrantes (EExd) et leurs parties amovibles (couvercles) doivent être protégées de la corrosion.

L'emploi de joints est seulement permis si la documentation dudit matériel le prévoit.

Le remplacement de pièces de rechange (par ex. lampes, boulons, roulements à billes...) ne pourra se faire que par des pièces présentant les mêmes caractéristiques.

b. Mode de protection «e»

Pour les machines à rotor à cage y compris les machines synchrones qui ne sont pas commandées par un variateur de vitesse ou par un démarreur, le choix et le réglage du dispositif de protection doivent être

réalisés en fonction du temps maximal d'échauffement «t_E» et du rapport du courant de démarrage I_A/I_N indiqué sur la plaque d'identification.

Si le temps t_E ne peut pas être respecté, il y a lieu d'appliquer des moyens de protection alternatifs adéquats.

c. Mode de protection «i»

Les circuits de courant à sécurité intrinsèque doivent être installés de telle sorte que la valeur énergétique stockée dans le système ne peut pas mener à l'inflammation de l'atmosphère explosive ambiante. La protection contre la pénétration d'énergie en provenance de l'environnement doit être assurée.

Les paramètres des parties composantes des circuits à sécurité intrinsèque (EExi) doivent concorder afin de garantir la sauvegarde du mode de protection. Les valeurs maximales autorisées sont reprises de la documentation correspondante au matériel.

Lorsque plusieurs circuits à sécurité intrinsèque sont reliés ensemble galvaniquement en un système, l'ensemble des paramètres électriques doit satisfaire aux exigences de sécurité intrinsèque.

Le concepteur établit un document descriptif du système qui spécifie les éléments du matériel électrique et les paramètres électriques du système, y compris ceux des canalisations électriques.

Le matériel appartenant aux circuits à sécurité intrinsèque doit, de préférence, être placé en dehors des emplacements dangereux, sinon il doit être muni d'un autre mode de protection.

La mise à la terre des enveloppes et circuits à sécurité intrinsèque doit être exécutée conformément aux règles de l'art.

d. Mode de protection «p»

Les conduites d'alimentation et d'évacuation des gaz de protection des machines et appareils électriques réalisés selon le mode de protection par surpression interne (EExp) sont conçus pour une surpression de:
- soit 1,5 fois la surpression maximale indiquée par le fabricant du matériel en fonctionnement normal;
- soit la surpression maximale que la source de surpression peut atteindre lorsque toutes les sorties sont fermées et ceci avec un minimum de 200 Pa (2 mbar).

Les matériaux utilisés pour les conduites résistent à l'effet tant du gaz de protection utilisé que des gaz ou vapeurs présents dans les emplacements dangereux considérés.

Les endroits où le gaz de protection est aspiré dans les conduites d'alimentation doivent se trouver en dehors des zones dangereuses.

Les conduites d'aspiration dont la pression du gaz de protection est inférieure à la pression atmosphérique doivent être hermétiques.

Les conduites d'évacuation qui finissent en zone 1 doivent être munies d'un pare-étincelles.

Cela vaut également pour les conduites d'évacuation en zone 2, lorsque des étincelles peuvent se dégager auprès du matériel à protéger, en fonctionnement normal.

Les systèmes de surpression (EExp) assemblés sur place doivent offrir des garanties de sécurité équivalentes aux prescriptions particulières des normes concernées homologuées par le Roi ou répondre à des dispositions offrant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

e. Mode de protection «o»

Des mesures sont prises (mise en place, netteté) pour que le niveau d'huile de l'indicateur de niveau puisse être lu d'une manière correcte et en toute sécurité.

Sous-section 7.102.8.3. Réparation des machines et appareils électriques

Toute réparation des machines et appareils électriques est effectuée par:
- soit le fabricant;
- soit un atelier spécialisé sous la surveillance du fabricant ou de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3*.

Lorsque la réparation n'entraîne pas une modification des caractéristiques de protection de la machine ou de l'appareil électrique réparé, le réparateur doit fournir un document attestant cette non-modification.

Lorsque la réparation entraîne une modification des caractéristiques de protection, la machine ou l'appareil électrique réparé doit être soumis à un nouvel examen de conformité suivant la procédure définie à l'annexe 9 soit de l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 – vérification à l'unité.

Sous-section 7.102.8.4. Installation des canalisations électriques

Dans la mesure du possible, les canalisations électriques qui ne sont pas associées aux équipements des emplacements dangereux doivent être enlevées de ces emplacements.

Pour les installations fixes, il convient d'installer les canalisations électriques et les accessoires de façon qu'ils ne soient pas exposés aux influences mécaniques, (chocs, vibrations...) thermiques ou chimiques (corrosion...).

Pour les machines et appareils portatifs ou mobiles sont utilisés:
- des câbles avec une gaine renforcée en polychloroprène;
- des câbles avec une gaine renforcée en élastomère;
- des câbles avec gaine en caoutchouc renforcée;
- des câbles avec une protection mécanique équivalente.

Dans les zones explosives poussiéreuses, les systèmes de pose des canalisations électriques (goulotte, caniveau...) sont disposés ou protégés de telle façon que le dépôt de poussières soit limité autant que possible et que le nettoyage puisse être effectué facilement.

Des mesures constructives et/ou organisationnelles sont prises pour empêcher l'accumulation de gaz et/ou poussières et l'extension des zones à risque d'explosion via les conduites de passage (tubes d'installation, cheminées, caniveaux de câble ou tranchées de câble) et pour éviter que les gaz et/ou poussières à risque d'explosion ne puissent s'y entasser ou ne puisse passer.

Des moyens d'obturation sont prévus aux endroits où ces conduites de passage entrent ou sortent d'un emplacement dangereux.

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE), les conducteurs isolés ne peuvent pas être utilisés comme conducteurs actifs, sauf s'ils sont intégrés dans des tableaux de répartition et de manoeuvre, des enveloppes ou des systèmes composés de tubes d'installation en tenant compte des prescriptions du *point g.* de la *sous-section 5.2.9.3.*

Si la poussière peut se déposer en couches sur les canalisations électriques et perturber le dégagement de chaleur des canalisations électriques, l'intensité de courant maximum admissible préconisée pour des conditions d'exploitation normale I_z doit être ramenée à $0{,}8 \cdot I_z$.

L'armature métallique ou l'écran de protection intégré dans un câble d'alimentation d'un matériel portable ou transportable ne peut pas être le seul conducteur de protection.

Les conducteurs isolés et les câbles doivent répondre aux exigences de la *sous-section 5.2.7.3.*, à l'exception des conducteurs isolés et des câbles visés à la *sous-section 5.2.7.1.*

Les techniques de raccordement appliquées ainsi que les accessoires de raccordement des canalisations électriques (câbles et tubes d'installation) sur les machines et appareils électriques sont choisis de telle sorte que le mode de protection et le degré de protection concernés de l'enveloppe soient maintenus.

Des ouvertures non-utilisées pour l'entrée des canalisations électriques doivent être obturées par des moyens adaptés au mode de protection et au degré de protection concernés.

A l'exception du matériel électrique à sécurité intrinsèque, il faut que les moyens d'obturation ne puissent être enlevés qu'à l'aide d'outils.

Les entrées utilisées dans les enveloppes à mode de protection antidéflagrant (EExd) et sécurité augmentée (EExe) doivent être certifiées.

Afin de limiter la température maximale de surface des câbles de résistance chauffante, ceux-ci et leurs appareils de limitation de température doivent être installés selon les indications reprises dans la documentation y afférente.

a. Mode de protection «d»

Après installation des conducteurs ou câbles dans les tubes d'installation, les obturations doivent être remplies d'une masse d'étanchéité qui ne se rétrécit pas et qui ne devient pas perméable au gaz lors du durcissement.
Ces obturations doivent être prévues à une distance n'excédant pas 450 mm de toute enveloppe antidéflagrante.

Lorsque l'enveloppe est spécifiquement conçue pour être connectée à une canalisation électrique sous conduit mais que des câbles sont exigés pour réaliser la connexion, un adaptateur antidéflagrant peut être raccordé à l'entrée du conduit de l'enveloppe avec une longueur de conduit ne dépassant pas 150 mm.

b. Mode de protection «e»

Les bornes de raccordement utilisées dans les enveloppes à mode de protection sécurité augmentée (EExe) doivent être certifiées.

Les conducteurs non utilisés doivent être raccordés aux bornes libres.

Le raccordement de plus d'un conducteur sur une borne de raccordement n'est permis que lorsque la documentation annexée au matériel le prévoit. Une attention particulière doit être accordée au raccordement de conducteurs dont la section est différente.

c. Mode de protection «i»

Afin de limiter au minimum le risque de court-circuit entre les conducteurs adjacents, l'isolation de chaque conducteur doit être sauvegardée jusqu'au métal des bornes de raccordement.

Les installations avec circuits à sécurité intrinsèque (EExi) doivent être disposées de telle sorte que leurs caractéristiques de sécurité intrinsèque ne soient pas affectées par des champs électriques ou magnétiques extérieurs.

Les canalisations électriques à sécurité intrinsèque sont installées séparément des canalisations électriques qui ne sont pas à sécurité intrinsèque.

Cette disposition n'est pas valable lorsque:
- il existe des écrans métalliques mis à terre entre les canalisations électriques à sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque;
- les canalisations électriques à sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque sont séparées par une paroi métallique mise à terre.

Les conducteurs des circuits à sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque ne peuvent pas être intégrés ensemble dans le même câble.

Si les écrans des conduites à sécurité intrinsèque sont mis à la terre, ils doivent l'être seulement en un seul point, ce point de mise à la terre est de préférence réalisé dans la zone non-dangereuse.

Il peut être dévié à cette règle si:
- il existe des raisons spéciales en considération des caractéristiques de l'écran;
- entre chaque extrémité des circuits une liaison galvanique est réalisée avec le conducteur d'équipotentialité localement présent;
- la mise à la terre est réalisée via de petits condensateurs d'une capacité totale de maximum 10 nF.

L'armature des câbles doit être galvaniquement reliée à la terre. L'attention doit être ici accordée à la prévention des courants de circulation:
- soit d'un niveau d'inflammation dangereux;
- soit susceptible de générer des étincelles d'inflammation dangereuses à hauteur du logement du système.

Les circuits à sécurité intrinsèque sont marqués de façon à être clairement distingués des circuits qui ne sont pas à sécurité intrinsèque. Lorsqu'une couleur est utilisée pour le marquage, elle doit être bleu clair.

Si la présence d'autres conducteurs ou câbles bleus risque de causer une confusion entre les circuits à sécurité intrinsèque et sans sécurité intrinsèque, il y a lieu de prendre des mesures alternatives concernant le marquage.

Les bornes de raccordement des circuits à sécurité intrinsèque doivent être clairement repérées.

Les bornes des circuits à sécurité intrinsèque sont séparées des bornes des circuits sans sécurité intrinsèque par un espace intermédiaire de 50 mm au minimum ou par une plaque de séparation isolante ou non-isolante mise à la terre.

Les distances:
- entre les parties conductrices nues des bornes de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque;
- entre les parties conductrices nues des bornes de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque et des parties nues d'autres conducteurs;
- entre les parties conductrices nues des bornes de raccordement des circuits de sécurité intrinsèque

et des parties conductrices métalliques reliées à la terre,
sont telles que toute possibilité de contact soit évitée.

Sous-section 7.102.8.5. Appareils de protection contre les courants de défauts

L'utilisation du dispositif à refermeture automatique des dispositifs de protection (disjoncteur et dispositif de protection à courant différentiel), suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas pour le dispositif à refermeture automatique couplé à un disjoncteur:
- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique du dispositif de protection tient compte de la température de sécurité de la machine ou appareil électrique.

En schéma IT, lorsqu'une déconnexion automatique du matériel électrique pourrait contenir un risque de sécurité plus élevé que le risque d'inflammation, il y a lieu de prévoir un appareil de contrôle d'isolation raccordé à un dispositif de signalisation efficace. Des mesures organisationnelles sont prises pour remédier immédiatement à toute situation dangereuse signalée.

Des mesures sont prises pour éviter le fonctionnement de moteurs triphasés en cas de perte d'une phase.

Sous-section 7.102.8.6. Coupure électrique d'urgence

En dehors des zones à risque d'explosion, des moyens de coupure électrique d'urgence, tels que prévus au *point c.* de la *sous-section 5.3.3.1.*, sont disposés à des endroits judicieusement choisis et permettent en cas d'urgence d'interrompre l'alimentation à la zone.
Le matériel électrique dont le fonctionnement doit être garanti pour éviter un danger supplémentaire, ne peut pas être raccordé aux interrupteurs d'urgence.

Section 7.102.9. Protection contre les augmentations de température et la formation d'étincelles

Sous-section 7.102.9.1. Généralités

Des mesures constructives sont prises pour éviter que, dans des zones présentant un danger d'explosion, des installations électriques donnent lieu à la formation d'étincelles ou d'augmentations de températures dangereuses dues:
- à des courants de fuite ou de défaut;
- à des courants vagabonds;
- au contact galvanique avec des parties actives;
- à des décharges électrostatiques;
- à des décharges causées par des installations de protection cathodique.

L'introduction ou l'extraction des fiches dans les milieux explosifs poussiéreux doit se faire hors tension.

Sous-section 7.102.9.2. Courants de fuite ou de défaut

En ce qui concerne les courants de défaut ou de fuite, les mesures suivantes sont prises:
a) l'utilisation d'un schéma de réseau TN-C est interdite dans n'importe quelle zone présentant un danger d'explosion;
b) l'utilisation d'un schéma de réseau TT est interdite dans les zones 0 et 20 et admise dans les zones 1, 2, 21 et 22 moyennant l'application d'un dispositif de protection à courant différentiel résiduel. Le courant de fonctionnement du dispositif de protection à courant différentiel résiduel est déterminé selon les règles de l'art avec une valeur maximum de 300 mA et un temps de déclenchement non retardé;
c) en cas d'utilisation d'un schéma de réseau TN-S celui-ci est protégé dans n'importe quelle zone par l'application d'un dispositif de protection à courant différentiel résiduel. Le courant de fonctionnement du dispositif de protection à courant différentiel résiduel est déterminé selon les règles de l'art avec une valeur maximum de 300 mA et un temps de déclenchement non retardé. En schéma TN-S, il est toléré de ne pas mettre de dispositif de protection à courant différentiel résiduel pour les circuits basse tension pour autant:
   - qu'une liaison équipotentielle supplémentaire soit installée avec dans ce cas-ci une section minimale de 10 mm^2; et
   - que les points de raccordement de la liaison équipotentielle supplémentaire à une masse soient visibles de l'extérieur.
d) en cas d'utilisation d'un schéma de réseau IT, l'installation électrique est contrôlée dans n'importe quelle zone par un dispositif de contrôle d'isolement qui, lors du premier défaut d'isolation faisant baisser le niveau d'isolement au-dessous du niveau admis:
   - déclenche instantanément l'alimentation électrique dans les zones 0 et 20;

- signale immédiatement le défaut lorsque le niveau d'isolation, à la tension assignée, diminue en-dessous d'une résistance d'isolation de 50 Ω/V dans les zones 1, 2, 21 et 22.

Sous-section 7.102.9.3. Egalisation des potentiels

Les masses et les parties conductrices étrangères disposées dans des emplacements dangereux doivent être raccordées à une liaison équipotentielle supplémentaire.

Les masses du matériel à sécurité intrinsèque ne doivent pas nécessairement être raccordées à la liaison équipotentielle, sauf si les prescriptions d'installation du matériel l'obligent.

La liaison équipotentielle supplémentaire (voir *sous-section 4.2.3.2.*) répond aux exigences de la *sous-section 5.4.4.2.* en ce qui concerne la réalisation.

Sous-section 7.102.9.4. Contact galvanique

Des mesures sont prises pour éviter tout contact non désiré avec des parties actives qui ne sont pas à sécurité intrinsèque.

Des travaux d'installation, de réglage, d'entretien et de réparation aux parties actives ou dans leur voisinage ne peuvent être exécutés que si:
- la tension nominale des parties en question ne dépasse pas en courant alternatif 1000 V et en courant continu 1500 V,
- des mesures adéquates sont prises préalablement pour que les travaux puissent se dérouler sans danger et
- les travaux ont un caractère urgent et sont limités à des travaux dans les zones 1, 2, 21 ou 22.

Ces dispositions ne s'appliquent pas aux installations à sécurité intrinsèque.

Sous-section 7.102.9.5. Décharges électrostatiques

En ce qui concerne les décharges électrostatiques, des mesures sont prises pour éviter l'accumulation de charges statiques.

Dans cette optique:
- la résistance de surface des enveloppes de machine ou d'appareil électrique et des canalisations électriques en matière synthétique est choisie de telle façon qu'il ne faut craindre aucune charge électrostatique dangereuse ($R \leq 10^9\ \Omega$);
- la valeur de la résistance entre les enveloppes métalliques de machine ou d'appareil électrique et les éléments conducteurs étrangers présents à proximité est plus petite ou égale à $10^6\ \Omega$.

Sous-section 7.102.9.6. Protection cathodique

Les parties métalliques avec protection cathodique situées dans des zones à risque d'explosion sont assimilées à des parties conductrices étrangères à l'installation, qui doivent être considérées comme potentiellement dangereuses.

Aucune protection cathodique ne doit être prévue pour les parties métalliques utilisées en zone 0, sauf si elle est spécialement conçue pour cette application.

Il convient de localiser à l'extérieur de l'emplacement dangereux les parties isolantes nécessaires pour la protection cathodique. Si cela n'est pas possible, des mesures constructives sont prises pour éviter la production d'étincelles dues à un pontage accidentel.

Les endroits de passage entre les conduits avec protection cathodique et ceux sans protection cathodique qui font partie d'une installation de chargement de liquides ou de gaz inflammables, se trouvent dans la partie fixe de l'installation de chargement.

Section 7.102.10. Exceptions par rapport au choix du matériel

Lors de circonstances spéciales et temporaires, telles que l'entretien, la réparation, la modification des installations, le matériel électrique ne répondant pas aux prescriptions mentionnées plus haut peut être utilisé, à condition que l'exploitant ou son délégué identifie et évalue les risques spécifiques qui découlent de ces circonstances et de l'usage de ce matériel.

Les mesures de précaution à prendre sont fixées en se basant sur cette évaluation des risques, de façon à pouvoir exécuter les travaux en sécurité.

Ces mesures doivent garantir qu'aucune atmosphère explosive ne pourra être présente lors de l'utilisation de ce matériel électrique.

A cet effet, des mesures de contrôle adéquates seront effectuées, telles que l'absence d'une atmosphère explosive puisse être constatée d'une façon fiable à tous les emplacements où ce matériel électrique sera utilisé.

Les mesures de contrôle seront effectuées à l'aide d'appareils de mesure calibrés, choisis en fonction de la zone initiale et des caractéristiques de l'atmosphère explosive.

Les mesures de contrôle seront effectuées avant d'entamer les travaux et, si l'évaluation des risques en démontre la nécessité, pendant les travaux.

L'identification et l'évaluation des risques, la détermination des mesures de sécurité à prendre et la réalisation des mesures de contrôle mentionnées ci-dessus sont effectuées sous la responsabilité du gestionnaire des installations par une personne compétente.

Chapitre 7.103. Batteries d'accumulateurs industriels

Section 7.103.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.103.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux:
- batteries d'accumulateurs d'une capacité nominale supérieure ou égale à 300 Wh sous un temps de décharge de 5 heures;
- batteries d'accumulateurs d'une tension nominale supérieure à 120 V;
- dispositifs de charge disposant d'une puissance nominale supérieure ou égale à 200 VA;
- ensembles comportant l'un ou l'autre de ces éléments.

Toutefois, les batteries d'accumulateurs et les dispositifs de charge utilisés dans les installations domestiques ne sont pas visés par le présent chapitre.

Section 7.103.2. Termes et définitions

Accumulateur: système électrochimique capable d'accumuler sous forme chimique, l'énergie électrique reçue et de la restituer par transformation inverse.

Elément: ensemble d'électrodes et d'électrolyte constituant l'unité de base d'une batterie d'accumulateurs.

Batterie d'accumulateurs: deux ou plusieurs éléments connectés entre eux qui sont utilisés comme source énergétique.

Batterie d'accumulateurs à éléments ouverts ou à éléments à purge d'air: batterie d'accumulateurs dont les éléments ont un couvercle muni d'une ouverture au travers de laquelle les produits gazeux peuvent s'échapper. Cette ouverture peut être pourvue d'un dispositif à purge.

Batterie d'accumulateurs à éléments étanches à soupapes: batterie d'accumulateurs dont les éléments sont fermés dans les conditions normales, mais qui sont munis d'un dispositif permettant l'échappement des gaz si la pression interne excède une valeur prédéterminée. Les éléments ne peuvent normalement pas recevoir d'adjonctions d'électrolyte.

Batterie d'accumulateurs à éléments étanches au gaz: batterie d'accumulateurs dont les éléments ne laissent échapper, ni gaz, ni liquide lorsqu'elle fonctionne dans les limites de température et de charge spécifiées par le fabricant.
Les éléments peuvent être munis d'un dispositif de sécurité destiné à éviter l'apparition d'une pression interne dangereusement élevée.
Les éléments ne requièrent pas d'adjonction d'électrolyte et sont conçus pour fonctionner toute leur vie dans les conditions initiales d'étanchéité.

Batterie d'accumulateurs à éléments hermétiques: batterie d'accumulateurs à éléments scellés sans dispositif pour l'échappement de gaz.

Batterie d'accumulateurs fixe: batterie d'accumulateurs qui est installée à demeure dans un endroit fixe réservé et approprié, et qui est reliée en permanence à un dispositif de charge et de décharge.

Batterie d'accumulateurs mobile: batterie d'accumulateurs qui n'est pas une batterie d'accumulateurs fixe.

Lieu réservé aux batteries d'accumulateurs fixe: un lieu réservé au fonctionnement (charge et décharge) de batteries d'accumulateurs fixes, le cas échéant, avec leur dispositif de charge.

Armoire de batteries: une armoire où un ou plusieurs ensembles de production de courant continu fixes sont installés, éventuellement avec leur dispositif de charge.

Caisse ou coffre de groupement: conteneur à parois pleines destiné à grouper plusieurs batteries d'accumulateurs.

Lieu réservé à la charge de batteries d'accumulateurs mobiles: un lieu uniquement réservé à la charge de batteries d'accumulateurs mobiles.

Ensemble de production de courant continu: au sens du présent chapitre, on comprend par ensemble de production de courant continu, l'ensemble constitué du circuit de charge des batteries d'accumulateurs, les batteries d'accumulateurs et les circuits à courant continu connectés auxdites batteries jusqu'au(x) dispositif(s) de protection général(aux).

Circuit de charge: le circuit de charge comprend l'éventuel enroulement secondaire du transformateur, l'éventuel redresseur et leurs connexions.

Section 7.103.3. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.103.3.1. Généralités

Les ensembles de production de courant continu fixes groupés pour former un ensemble d'un contenu énergétique total de plus de 20 000 VAh sont installés dans des armoires de batteries ou dans des lieux exclusifs du service électrique réservés uniquement à cet usage.

Les batteries d'accumulateurs sont isolées électriquement du sol et/ou des parois de leur endroit d'installation. Cette isolation résiste en outre à l'action corrosive de l'électrolyte.

Le circuit de charge utilisé pour la charge de batterie d'accumulateurs mobiles est alimenté:
- soit en très basse tension de sécurité;
- soit en respectant la séparation de sécurité des circuits.

Les connecteurs installés dans les circuits à courant continu de batterie d'accumulateurs mobiles:
- ne peuvent être pourvus de contacts de protection;
- ne permettent pas l'inversion des polarités et leur brochage et débrochage sous charge;
- ne permettent pas la confusion entre plusieurs tensions nominales.

Dans les lieux réservés aux batteries d'accumulateurs fixes et à la charge de batteries d'accumulateurs mobiles, ne peuvent se trouver que les objets nécessaires à la charge, la manipulation, le contrôle et l'entretien desdites batteries.

La disposition des ensembles de production de courant continu fixes ou mobiles permet que soient effectués en toute sécurité leur surveillance, leur remplacement, leur entretien et leur réparation.

Lorsque des batteries d'accumulateurs fixes sont installées dans des lieux réservés aux batteries ou dans une armoire de batteries, des indications claires, visibles et indélébiles sont apposées aux accès et mentionnent:
- la tension nominale des batteries d'accumulateurs;
- l'interdiction d'accès aux personnes non autorisées;
- les dangers électriques, repris sous la forme d'un panneau d'avertissement, comme déterminé à la *section 9.4.1.*

Les batteries d'accumulateurs fixes, installées dans des lieux ordinaires accessibles au public, sont logées dans des enveloppes présentant un degré de protection d'au moins IP 2X et fermées au moyen d'une clef de sécurité.

L'emplacement destiné à la charge des batteries d'accumulateurs mobiles est clairement délimité. En outre, des dispositions matérielles ayant une résistance mécanique adéquate (rails de sécurité, bornes ancrées dans le sol...) sont prises pour éviter les dégradations mécaniques tant aux batteries d'accumulateurs proprement dites qu'à leur dispositif de charge.

Le personnel chargé des travaux de manipulation, de contrôle, d'entretien et de réparation est pourvu d'équipements de protection individuels contre les dangers électriques (gants, écran facial...) conformément aux dispositifs réglementaires.

Lorsqu'au sein d'un lieu réservé aux batteries d'accumulateurs fixes ou d'un lieu réservé à la charge de batteries d'accumulateurs mobiles, les batteries d'accumulateurs sont remplies d'électrolytes différents, des précautions sont prises pour éviter tout dommage auxdites batteries du fait de cette différence.

Sous-section 7.103.3.2. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est inférieure ou égale à 60 V

Les bornes et connexions des ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est inférieure ou égale à 60 V, peuvent rester nues à condition que:
- soit, les prescriptions de la très basse tension de sécurité sont respectées;
- soit, elles sont installées dans un endroit délimité et uniquement réservé à cet effet; cette délimitation se trouve au minimum à 0,50 m mesuré horizontalement du bord desdits ensembles.

La mise en œuvre de l'une des prescriptions reprises ci-dessus est supposée assurer également la protection contre les chocs électriques par contacts indirects.

Sous-section 7.103.3.3. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 60 V et inférieure ou égale à 120 V

Les ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 60 V et inférieure ou égale à 120 V, présentent une protection contre les chocs électriques par contacts directs:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*);
- soit par l'éloignement des parties actives (*4.2.2.1.d.*);
- soit par la protection des parties actives au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).

La mise en œuvre de l'un des moyens de protection repris ci-dessus est supposée assurer également la protection contre les chocs électriques par contacts indirects.

Les prescriptions de cette sous-section ne sont pas applicables aux ensembles de production de courant continu installés dans les lieux exclusifs du service électrique (*point c.* de la *sous-section 4.2.2.4.*).

Sous-section 7.103.3.4. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 120 V et inférieure ou égale à 750 V

Les ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 120 V et inférieure ou égale à 750 V, présentent une protection contre les chocs électriques par contacts directs:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*);
- soit par l'éloignement des parties actives (*4.2.2.1.d.*);
- soit par la protection des parties actives au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).

Dans les lieux exclusifs du service électrique (*point c.* de la *sous-section 4.2.2.4.*), il peut être dérogé aux prescriptions reprises ci-dessus à la condition que la distance entre les parties nues accessibles présentant une différence de potentiel égale ou supérieure à 120 V, soit égale ou supérieure à 1,25 m.

Pour ces mêmes ensembles de production de courant continu, la protection contre les chocs électriques par contacts indirects est assurée:
- soit par l'utilisation d'une isolation supplémentaire ou renforcée (*4.2.3.3.b.*);
- soit par l'utilisation de la séparation de sécurité des circuits (*4.2.3.3.c.*), la tension limite étant toutefois portée à 750 V pour la présente application;
- soit par la présence d'un lieu de travail à potentiel flottant (*4.2.3.3.d.*);
- soit par avertissement automatique des défaillances d'isolement (*section 3.2.2.* et *sous-section 4.2.3.4.*) et leur élimination diligente.

Les ensembles de production de courant continu fixes ne peuvent être installés dans les lieux ordinaires que s'ils sont logés dans des enveloppes présentant un degré de protection IP 2X et fermées au moyen d'une clé de sécurité.

Sous-section 7.103.3.5. Prescriptions particulières applicables aux ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 750 V

Les ensembles de production de courant continu, dont la tension nominale est supérieure à 750 V, sont installés dans des lieux exclusifs du service électrique.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, et chacun en ce qui le concerne, les conditions d'installation des ensembles de production de courant continu dont la tension nominale est supérieure à 750 V.

Sous-section 7.103.3.6. Prescriptions complémentaires

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, et chacun en ce qui le concerne, les prescriptions complémentaires de sécurité applicables aux installations électriques de charge des ensembles de production de courant continu des véhicules électriques routiers.

Section 7.103.4. Protection contre les risques d'explosion

Sous-section 7.103.4.1. Généralités

Le dispositif de charge de batteries d'accumulateurs mobiles est tel que la charge s'arrête automatiquement lorsque la batterie d'accumulateurs y raccordée, est complètement chargée.

La ventilation, soit naturelle, soit artificielle, des lieux où des batteries d'accumulateurs fixes ou mobiles sont placées ou chargées, assure une dilution suffisante des produits d'électrolyse s'échappant des dites batteries. Cette dilution entraîne une formation minimale d'un mélange explosible hydrogène/air et réduit au minimum l'espace proche des batteries où une atmosphère explosible est encore présente. Elle élimine, en outre, la présence d'une telle atmosphère dans les zones non ventilées du local.

Les batteries d'accumulateurs fixes ou mobiles installées dans les lieux ordinaires nécessitent, lors de la charge, la mise en place d'une ventilation répondant aux caractéristiques du précédent alinéa.

La préférence est donnée à une ventilation naturelle.

Les armoires, coffres ou toutes enceintes similaires contenant des batteries d'accumulateurs peuvent être ventilés vers l'endroit où ces armoires, coffres ou enceintes similaires sont installés pour autant que les produits de ventilation ne soient plus explosibles.

L'appareillage électrique susceptible de provoquer l'allumage d'un mélange explosible hydrogène/air (par exemple matériel susceptible de produire des étincelles) est placé:

a) en dehors du volume contenu dans un cylindrique vertical circonscrit à 0,50 m du bord de l'ensemble des batteries et limité en bas par le plan horizontal situé au-dessus des batteries et en haut par le plan horizontal situé à 0,50 m au-dessus du précédent;
b) Les prescriptions du *point a.)* ne sont pas d'application pour les batteries d'accumulateurs installées dans des armoires, coffres ou toutes enceintes similaires pour autant:
   - qu'elles soient logées dans un compartiment qui leur est réservé et
   - que la séparation entre les dites batteries et l'appareillage électrique installé dans la même armoire, coffre ou toutes enceintes similaires soit réalisée au moyen d'un cloisonnement ne présentant pas d'ouverture susceptible de laisser passer le mélange explosible.

Les canalisations électriques de raccordement entre les dispositifs de charge et les batteries d'accumulateurs y raccordées sont installées et/ou isolées de telle sorte qu'elles ne soient pas à l'origine de court-circuit, ni de mise à la terre.
Lorsque des canalisations électriques de raccordement mobiles sont utilisées, celles-ci sont des câbles souples sous gaine mi-lourde en polychloroprène avec isolation en caoutchouc (H07RN-F) ou présentent un niveau de sécurité équivalent.

Les accès des lieux réservés aux batteries d'accumulateurs fixe, à la charge de batteries d'accumulateurs mobiles, les armoires, les coffres ou toutes enceintes similaires contenant des batteries d'accumulateurs sont pourvus d'indications claires, visibles et indélébiles mentionnant:

- l'interdiction de fumer;
- l'interdiction de flammes vives et/ou d'avoir des activités pouvant produire des étincelles.

Lorsque des activités entraînent l'utilisation de flammes vives ou la production d'étincelles, des précautions adéquates sont prises pour éviter le danger d'explosion.

Sous-section 7.103.4.2. Lieux réservés aux batteries d'accumulateurs fixes

a. Evacuation

Les portes s'ouvrent dans la direction de l'évacuation.

b. Charges électrostatiques

Le niveau d'isolement du sol par rapport à la terre, des lieux réservés aux batteries d'accumulateurs fixes ne dépasse pas $10^8\,\Omega$.

Sous-section 7.103.4.3. Prescriptions applicables aux armoires, coffres ou enceintes similaires de groupement de batteries d'accumulateurs

Les compartiments à batteries d'accumulateurs des armoires, coffres ou enceintes similaires de groupement des dites batteries, présentent des ouvertures de ventilation.

Les armoires, coffres ou enceintes similaires de groupement de batteries d'accumulateurs et leurs supports sont fabriqués en matériau incombustible.

Chapitre 7.112. Installations photovoltaïques domestiques à basse tension (≤ 10 kVA)

Section 7.112.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.112.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations photovoltaïques domestiques à basse tension (≤ 10 kVA).

Section 7.112.2. Mesures spécifiques

Les mesures spécifiques suivantes sont d'application:

- mettre à la disposition à toute personne concernée qui peut les consulter les éléments mentionnés dans la *section 9.1.2.* concernant les installations photovoltaïques domestiques à basse tension;
- le repérage des conducteurs en courant continu et des conducteurs actifs en courant alternatif;
- la présence des panneaux d'avertissement des dangers liés à l'électricité, complétés par les indications suivantes: « *Ne pas déconnecter en charge* » et « *Installation électrique toujours sous tension* » ou équivalentes, placées en des endroits judicieux;
- la mise à la terre, sauf si interdit par le fabricant, des cadres métalliques des modules et leurs structures par un conducteur de protection dont la section est au moins équivalente à celle du conducteur de protection de l'alimentation en courant alternatif avec au minimum une section égale à:
  - 2.5 mm² si il comporte une protection mécanique;
  - 4 mm² si il ne comporte pas de protection mécanique.

Section 7.112.3. Essais et mesures

Lors du contrôle de conformité (*chapitre 6.4.*) ou de la visite de contrôle (*chapitre 6.5.*) d'une installation photovoltaïque domestique à basse tension, les mesures et les essais effectués par l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* concernent également:

- la coupure du système automatique de sectionnement par manque de tension du réseau de distribution (moins de 5 secondes) et l'absence de production photovoltaïque sur le réseau de distribution tant que la tension de ce dernier ne réapparaît pas;
- la coupure automatique de l'alimentation dans le cadre de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects:
  a. contrôle du fonctionnement des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel via leur propre bouton de test;
  b. contrôle des boucles de défaut et du raccordement correct des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel via la création d'un courant de défaut de minimum une fois la sensibilité nominale de l'appareil.

Section 7.112.4. Rapports

Le rapport de contrôle de conformité (*sous-section 6.4.6.4.*) ou de visite de contrôle (*sous-section 6.5.7.2.*) d'une installation photovoltaïque domestique comporte aussi les données suivantes:

- le nombre et la puissance nominale des modules photovoltaïques installés;
- le nombre, le type, le numéro de série et la puissance a.c. maximale du (des) onduleur(s) installé(s).

Partie 8. Prescriptions particulières relatives aux installations électriques existantes

CHAPITRE 8.1. INTRODUCTION 241
Section 8.1.1. Définitions 241
Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE 241
Section 8.1.3. Dispositions particulières 241
CHAPITRE 8.2. DISPOSITIONS DÉROGATOIRES POUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DOMESTIQUES EXISTANTES 242
Section 8.2.1. Anciennes installations électriques domestiques 242
Section 8.2.2. Installations électriques domestiques ancien RGIE 245
CHAPITRE 8.3. DISPOSITIONS DÉROGATOIRES POUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES NON-DOMESTIQUES EXISTANTES 246
Section 8.3.1. Anciennes installations électriques non-domestiques 246
Sous-section 8.3.1.1. Installations électriques dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 246
Sous-section 8.3.1.2. Installations électriques dans des lieux où sont occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 246
Section 8.3.2. Installations électriques non-domestiques ancien RGIE 247
Sous-section 8.3.2.1. Généralités 247
Sous-section 8.3.2.2. Dispositions dérogatoires 247
CHAPITRE 8.4. VISITES DE CONTRÔLE DE CERTAINES ANCIENNES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EXISTANTES QUI N'ONT PAS FAIT L'OBJET D'UN EXAMEN DE CONFORMITÉ À L'ANCIEN RGIE . 248
Section 8.4.1. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation avant tout renforcement de la puissance de raccordement au réseau public de distribution d'électricité 248
Section 8.4.2. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation lors de la vente 249
Sous-section 8.4.2.1. Domaine d'application 249
Sous-section 8.4.2.2. Modalités de la visite de contrôle 249
Sous-section 8.4.2.3. Rapport, infractions et visite de contrôle ultérieure 250
Section 8.4.3. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique ne répondant pas aux critères des sections 8.4.1. et 8.4.2. 251
Section 8.4.4. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique non-domestique dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 251

Chapitre 8.1. Introduction

Section 8.1.1. Définitions

Pour l'application de la *partie 8*, on entend par:

Ancien RGIE: Règlement Général sur les Installations Electriques approuvé par les arrêtés royaux du 10/03/1981 et du 2/09/1981 et ses modifications.

Installation électrique existante: toute installation électrique ou partie d'une installation électrique dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx et qui n'a pas fait l'objet d'un contrôle de conformité conformément au *chapitre 6.4.* du présent Livre.

Sont considérées comme installations électriques existantes:

- toute ancienne installation électrique domestique ou partie d'une ancienne installation électrique domestique dont la réalisation sur place a été entamée avant le 1/10/1981 et qui a fait l'objet ou non d'une visite de contrôle conformément à l'ancien RGIE (appelée dans ce livre « ancienne installation électrique domestique »);
- toute ancienne installation électrique non-domestique ou partie d'une ancienne installation électrique non-domestique dont la réalisation sur place a été entamée:
  a) le 1/10/1981 au plus tard pour les installations électriques des établissements n'ayant pas de service électrique composé de personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);
  b) le 1/01/1983 au plus tard pour les autres installations.

  (appelée dans ce livre « ancienne installation électrique non-domestique »);
- toute installation électrique domestique ou partie d'une installation électrique domestique qui a fait l'objet d'un examen de conformité conformément à l'ancien RGIE (appelée dans ce livre « installation électrique domestique ancien RGIE »);
- toute installation électrique non-domestique ou partie d'une installation électrique non-domestique qui a fait l'objet d'un examen de conformité conformément à l'ancien RGIE (appelée dans ce livre « installation électrique non-domestique ancien RGIE »).

Les installations électriques existantes (anciennes installations et installations ancien RGIE) dans les locaux techniques d'un ensemble résidentiel et dans les locaux réservés à l'exécution de travaux (appelés autrefois unité de travail domestique dans l'ancien RGIE) où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 sont considérées dans le présent Livre comme des installations électriques existantes non-domestiques.

Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE

Si une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, comporte des infractions à l'ancien RGIE, le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique doit résoudre ces infractions. Les prescriptions de la *sous-section 9.1.3.2.* sont d'application.

La première visite de contrôle conformément à la *section 6.5.2.* pour une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, est effectuée dans le délai prescrit par le dernier rapport établi selon les prescriptions de l'ancien RGIE.

Section 8.1.3. Dispositions particulières

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières relatives aux anciennes installations électriques et aux installations électriques ancien RGIE.

Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques domestiques existantes

Section 8.2.1. Anciennes installations électriques domestiques

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des anciennes installations électriques domestiques:

1. Observation des normes

Il est autorisé de laisser en service, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, le matériel électrique, dont notamment les boîtes de dérivations et conduits, qui était construit conformément aux règles de l'art en vigueur au moment de leur installation.

2. Choix des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel

Il est autorisé, par dérogation au dernier alinéa du *point a.* de la *sous-section 5.3.5.3.*, de laisser en service les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel de type "AC" et/ou d'une intensité nominale inférieure à 40 A.

3. Plombage du différentiel

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du 2e alinéa *du point a.* de la *sous-section 4.2.4.3.*, de ne pas réaliser le plombage du dispositif de protection à courant différentiel résiduel lorsque celui-ci n'est pas muni d'un moyen permettant de réaliser ce plombage.

4. Normalisation des dispositifs de protection contre les surintensités

Il est autorisé, par dérogation au *point d.* de la *sous-section 5.3.5.5.* de laisser en service les fusibles avec socles à vis, type D avec ses bagues de calibrage, les fusibles à broches et les petits disjoncteurs à broches, qui étaient conformes à la norme NBN 481.

Les conditions auxquelles doivent répondre les socles ainsi que les fusibles à broches d'intensité nominale 6 A, les petits disjoncteurs à broches de taille 12 ou de courant nominal 10 A pour que soit remplie la condition d'ininterchangeabilité prévue au *point a.* de la *sous-section 5.3.5.5.* sont les suivantes:

- **Exigences pour les socles pour coupe-circuit à fusibles et petits disjoncteurs à broche d'entraxe 20 mm**

Les socles pour coupe-circuit à fusibles et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm conformes à la norme NBN C 61-144.1, respectent en outre:

a) en complément au tableau 2 du point 6.2. décrivant dans ladite norme les éléments de calibrage, les prescriptions du *tableau 8.1.*:

Tableau 8.1. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) - Section minimale et élement de calibrage

Section minimale de la canalisation électrique à protéger en mm²	*Couleur de l'élément de calibrage*
1	Rouge

b) en complément au tableau 3 du point 7.1.1. donnant dans ladite norme les dimensions normales des différents constituants, les prescriptions du *tableau 8.2.:*

Tableau 8.2. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) - Section minimale et feuilles de normalisation

Section minimale de la canalisation électrique à protéger en mm²	*Feuilles de normalisation*
1	C 61-144C'

la feuille de normalisation C 61-144 C' étant la copie de la feuille de normalisation C 61-144 C adaptée comme suit:

- élément de calibrage: 1 mm²
- couleur: rouge

c) en complément au tableau 4 du point 7.1.2. traitant dans ladite norme, des dispositifs de connexion à demeure y compris les bornes, les prescriptions du *tableau 8.3.:*

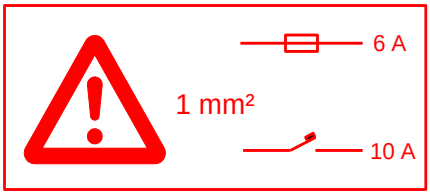
Tableau 8.3. Socles pour coupe-circuit à fusibles (6A) et petits disjoncteurs à broches d'entraxe 20 mm (taille 12 ou 10A) - Grandeur de socle et section des conducteurs

Grandeur de socle	*Section des conducteurs en mm²*
I et II	1
III et IV	1

– **Signalisation de la présence de circuit d'une section inférieure à 1,5 mm²**

La présence de circuit d'une section inférieure à 1,5 mm² est signalée au moyen d'une affichette rectangulaire d'au moins 8 cm de largeur et 5 cm du hauteur sur laquelle est mentionné en rouge sur fond blanc et entouré de rouge le pictogramme de la *figure 8.1.*:

Figure 8.1. Signalisation de la présence de circuit d'une section inférieure à 1,5 mm²



Cette affichette est apposée sur la porte des tableaux de répartition et de manœuvre équipés de tels circuits. Elle ne peut être facilement enlevée.

5. Choix des canalisations électriques

Il est autorisé, par dérogation à l'avant-dernier alinéa de la *sous-section 5.2.1.2.*, de laisser en service les canalisations électriques dont les conducteurs isolés ont une section inférieure à 2,5 mm², mais au moins égale à 1 mm².

Les conducteurs de 1 mm² sont protégés contre les surintensités, soit par un dispositif fusible d'intensité nominale au plus égale à 6 A, soit par un disjoncteur de taille 12 au maximum ou de courant nominal de 10 A au maximum.

6. Code de couleurs des conducteurs des câbles et des conducteurs isolés

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.6.2.*, de laisser en service:
– un conducteur de protection, de terre ou d'équipotentialité qui ne soit pas repéré par la couleur vert-jaune;
– des conducteurs actifs ou de protection de couleur verte ou de couleur jaune.

L'utilisation comme conducteur actif d'un conducteur qui est repéré par la combinaison des couleurs vert et jaune, ainsi que déterminé par la norme, est interdite.

7. Conducteur de terre

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.4.2.2.*, de laisser en service, un conducteur de terre en cuivre, dont la section est au moins égale à 6 mm².

8. Conducteur de protection

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.2.1.3.* et du dernier alinéa de la *sous-section 5.4.3.5.*, de laisser en service les canalisations électriques qui ne comportent pas un conducteur de protection à la condition qu'elles ne soient pas destinées à alimenter un appareil de classe I fixe ou mobile à poste fixe.

Il est autorisé également de laisser en service le conducteur de protection situé à l'extérieur de la canalisation électrique.

Il est autorisé d'installer le conducteur de protection à l'extérieur des canalisations électriques, là où il n'est pas possible de placer, dans les conduits existants, ce conducteur de protection.

9. Liaisons équipotentielles

Il est admis par dérogation aux prescriptions du dernier alinéa du *point b.* de la *sous-section 5.4.4.1.* que la liaison équipotentielle principale ne soit pas présente.

10. Socles de prise de courant

Il est autorisé:
- par dérogation aux prescriptions du premier alinéa du *point b.* de la *sous-section 5.3.5.2.* de laisser en service, les socles de prise de courant:
  - soit qui ne comportent pas de contact de terre du fait que la canalisation électrique est sans conducteur de protection;
  - soit qui ne sont pas d'un modèle tel que mentionné au *point b.* de la *sous-section 4.2.2.3.;*
- par dérogation au 2ème alinéa du *point b.* de la *sous-section 5.3.5.2.*, de laisser en service, par circuit, un nombre supérieur à 8 de socles de prises de courant simples.

Il est interdit d'admettre la présence d'un socle de prise de courant disposant d'une broche de terre si cette dernière n'est pas effectivement en liaison galvanique avec la prise de terre de l'installation.

11. Disposition des socles de prises de courant

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions *du 3e alinéa du point a.* de la *sous-section 5.3.5.2.*, de laisser en service des socles de prise de courant fixés sur les parois des locaux ne présentant pas de risque d'humidité (AD1) qui ne sont pas disposés de telle manière que l'axe de leurs alvéoles se trouve à une hauteur au-dessus du sol fini au moins égale à 15 cm.

12. Circuit d'éclairage

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du *point b.* de la *sous-section 5.3.5.2.* de n'avoir, par installation électrique, qu'un seul circuit d'éclairage.

13. Protection des salles d'eau, salles de bains, salles de douches et des lessiveuses

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du *point b.* de la *sous-section 4.2.4.3.*, de ne pas protéger par un dispositif distinct de protection à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité, les matériel et appareil qui sont admis dans les salles d'eau, salles de douches et salles de bains ainsi que des dispositifs servant au raccordement des lessiveuses et lave-vaisselle à condition, dans le cas des salles de bains et salles de douches, de porter à 1 m la distance de 0,60 m servant à définir, au *chapitre 7.1.*, le volume 2 (volume de protection) des baignoires ou cuvettes de douches.

Il est également autorisé de laisser en service les interrupteurs monopolaires placés dans le circuit d'alimentation d'un appareil d'éclairage.

14. Protection dans les salles d'eau, salles de bains et salles de douches

Il est autorisé par dérogation aux prescriptions du *chapitre 7.1.*:
- de laisser en service des canalisations électriques ne répondant pas audites prescriptions;
- de ne pas disposer de la liaison équipotentielle supplémentaire;
- de maintenir en service des résistances de chauffage incorporées dans le sol qui ne répondraient pas aux prescriptions les concernant ou concernant leur installation du fait, notamment de l'impossibilité de les relier à la liaison équipotentielle supplémentaire dont question au tiret précédent,

à la condition de porter à 1 m la distance de 0,60 m servant à définir le volume 2 (volume de protection) des baignoires ou cuvettes de douches.

15. Schémas unifilaires et plans de position

Il est autorisé, par dérogation aux *sous-sections 3.1.2.2.a et 3.1.2.3.a* de disposer de schémas unifilaires et de plans de position simplifiés.

Le(s) schéma(s) unifilaire(s) comprend (comprennent) au minimum:
- l'adresse de l'installation;
- la tension nominale de l'installation;
- la section du câble d'entrée dans le tableau principal de répartition et de manoeuvre;
- le type et la section des différents départs;
- le ou les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel avec leurs caractéristiques;
- les dispositifs de protection avec leurs caractéristiques.

Le(s) plan(s) de position comprend (comprennent) au minimum (le repérage n'est pas nécessaire):
- les prises;
- les interrupteurs,
- les points lumineux;
- les appareils ou les machines fixes ou installés à poste fixe.

La correspondance entre les schémas unifilaires et les plans de position n'est pas exigée. Ils font partie du dossier de l'installation électrique visé à la *section 9.1.2.*

Section 8.2.2. Installations électriques domestiques ancien RGIE

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des installations électriques domestiques ancien RGIE:

1. Conformité du matériel électrique dans l'installation électrique

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, de laisser en service du matériel électrique dans une installation électrique tel que des boites de dérivation, des canalisations électriques, des dispositifs de protection, … qui a été installé conformément aux prescriptions de l'ancien RGIE et qui a été construit conformément aux règles de l'art au moment de son installation. Le matériel électrique ne doit pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination. Il est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel.

2. Choix des dispositifs de protection à courant différentiel résiduel

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions:
- du *point a.* de la *sous-section 5.3.5.3.*:
  - de laisser en service les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel de type AC pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le 1er janvier 1987;
  - de laisser en service les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel d'une intensité nominale inférieure à 40 A pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le 16 septembre 1991;
- du 3e alinéa du *point e.* de la *sous-section 5.3.5.5.*, de laisser en service les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel d'une intensité nominale $\leq$ 40 A ne portant pas le marquage spécifique «3000 A, 22,5 kA^2s», pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le 7 mai 2000 ou qui sont conformes à la NBN 819;
- du *point a.3.* de la *sous-section 5.3.3.1.*, de laisser en service à l'origine de l'installation un dispositif de protection à courant différentiel résiduel dont la fonction de sectionnement est assurée par un dispositif sectionneur général installé dans le tableau principal et en amont du dispositif de protection à courant différentiel résiduel, pour les installations dont l'exécution sur place a été réalisée avant le 2 juillet 2003.

3. Choix des dispositifs de protection contre les surintensités

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du *point e.* de la *sous-section 5.3.5.5.*, de laisser en service les dispositifs de protection contre les surintensités d'un un pouvoir de coupure minimal de 1500 A et les coupe-circuit à fusible d'un pouvoir de coupure minimal de 1500 A, pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le 27 septembre 1988.

4. Choix des canalisations électriques

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions:
- de la *sous-section 5.2.1.2.*, de laisser en service des circuits qui ne sont pas exclusivement dédiés pour l'alimentation des machines ou appareils électriques visés dans le dernier paragraphe, pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx;
- *de la sous-section 7.1.5.2.*, de laisser en service dans les salles de bains, des câbles munis d'une armure métallique tels que du type VFVB, pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le 22 juillet 1986.

5. Socles de prise de courant

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du *point b.* de la *sous-section 5.3.5.2.*, de laisser en service, par circuit, un nombre supérieur à 8 de socles de prise de courant simples ou multiples à condition, que la puissance des appareils fixes et à poste fixes raccordés ne dépasse pas la puissance transportable dans le circuit, pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx;

6. Compteur nuit

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions du *point c.* de la *sous-section 4.2.4.3.*, de laisser en service un seul dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute sensibilité ou à très haute

sensibilité dans le cas d'un compteur nuit alimentant exclusivement un chauffe-eau électrique placé dans la salle de bain ou la salle de douche, pour les installations dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx.

7. Rapport du contrôle de conformité

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *section 9.1.2.*, de tolérer l'absence du rapport du contrôle de conformité de l'installation électrique dans le dossier électrique lors de la visite de contrôle.

Chapitre 8.3. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques non-domestiques existantes

Section 8.3.1. Anciennes installations électriques non-domestiques

Sous-section 8.3.1.1. Installations électriques dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Sont visés: locaux techniques d'un ensemble résidentiel et locaux réservés à l'exécution de travaux.

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des anciennes installations électriques non-domestiques dans ces lieux:

1. Les dispositions dérogatoires de la *section 8.2.1.* sont d'application;
2. L'installation électrique est réalisée de façon à protéger les personnes contre les risques dus au contact direct et au contact indirect, contre les effets des surtensions dus notamment aux défauts d'isolation, aux manoeuvres et aux influences atmosphériques, contre les brûlures et contre les risques non électriques dus à l'utilisation d'électricité.
   S'il ne semble pas possible d'éliminer les risques précités par des mesures au niveau de la conception ou par des mesures de protection collective ou de limiter les risques de lésion grave en prenant des mesures matérielles, l'accès à ces installations doit exclusivement être réservé aux personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);
3. L'installation électrique est réalisée de façon à:
   1° éviter les arcs et les températures de surface dangereux ou limiter les risques qui y sont liés;
   2° éviter la surchauffe, l'incendie et l'explosion ou limiter les risques qui y sont liés.

4.1. Chaque circuit est protégé par au moins un dispositif de protection, qui coupe un courant de surcharge avant qu'un échauffement susceptible de nuire à l'isolation, aux connexions, aux conducteurs ou à l'environnement puisse se produire.
Chaque circuit est protégé par un dispositif de protection qui coupe un courant de court-circuit avant que des effets dangereux ne se produisent;

4.2. Par dérogation aux dispositions du *point 4.1.*, il est permis de ne pas protéger certains circuits contre les surintensités, pourvu que les conditions et les modalités prévues aux *sous-sections 4.4.2.2., 4.4.3.3.* et *5.2.4.2.* du présent Livre soient respectées;

5.1. En vue de l'exécution de travaux hors tension, le sectionnement de l'installation électrique ou des circuits électriques individuels doit pouvoir être effectué d'une manière sûre et fiable;

5.2. La commande fonctionnelle des machines se fait de façon sûre;

5.3. Les effets de chutes de tension ou la disparition de la tension et la réapparition de celle-ci ne compromettent pas la sécurité des personnes;

6. L'installation électrique est réalisée avec du matériel électrique construit de façon à ne pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination;
7. Le matériel électrique utilisé est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles;
8. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel;
9. Dans les cas visés au *chapitre 9.4.* du présent Livre, le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique signale l'installation électrique.

Sous-section 8.3.1.2. Installations électriques dans des lieux où sont occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail est d'application pour les parties existantes des anciennes installations électriques non-domestiques dans ces lieux.

Section 8.3.2. Installations électriques non-domestiques ancien RGIE

Sous-section 8.3.2.1. Généralités

Les infractions au présent Livre dans une installation électrique conforme à l'ancien RGIE sont considérées comme résolues si:
- soit elles sont adaptées pour répondre aux dispositions du présent Livre;
- soit elles font l'objet d'une dérogation visée à la *sous-section 8.3.2.2.;*
- soit des mesures sont prises sur base d'une analyse des risques pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques est tenue à la disposition de l'organisme agréé chargé de la visite de contrôle et du fonctionnaire chargé de la surveillance. La référence du document est mentionnée dans le rapport de la visite de contrôle. Ce document fait partie du dossier de l'installation électrique. Il reprend:
- l'identification des parties existantes concernées de l'installation électrique;
- les conclusions de l'analyse des risques;
- la justification des mesures appliquées pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques visée par le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail peut satisfaire à l'exigence de l'analyse des risques visée au 1er alinéa.

Sous-section 8.3.2.2. Dispositions dérogatoires

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des installations électriques non-domestiques ancien RGIE:

1. Conformité du matériel électrique dans l'installation électrique

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, de laisser en service du matériel électrique dans une installation électrique tel que des boites de dérivation, des canalisations électriques, des dispositifs de protection, … qui a été installé alors conformément aux prescriptions de l'ancien RGIE et construit conformément aux règles de l'art au moment de son installation. Le matériel électrique ne doit pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination. Il est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel.

2. Plan schématique et plaque indicatrice

Il est autorisé, par dérogation aux *sections 3.1.2., 3.1.3. et 5.1.6.* de satisfaire aux prescriptions suivantes pour les parties existantes des installations électriques non-domestiques ancien RGIE:

a. Plan schématique ou description

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique ou d'une description mentionnant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la nature et la constitution des circuits principaux;
- l'emplacement et les caractéristiques des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits principaux.

Ce plan schématique ou cette description est tenu à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

b. Repérage de circuits

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection des circuits principaux sont repérés de manière claire et visible par un affichage individuel qui permet l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou transformations de l'installation.

Pour permettre l'identification des câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications qui sont répétées de distance en distance.

3. Serrure de sécurité

Il est autorisé, par dérogation de la *sous-section 4.2.2.3. point d.*, de laisser en service les poteaux d'éclairage et de signalisation:
- équipés d'une serrure qui n'est pas une serrure de sécurité, et
- dont les parties actives ne sont pas protégées par un écran ou plusieurs écrans intérieurs avec un degré de protection IPXX-B.

Cette dérogation est d'application pour les poteaux dont l'installation sur place est réalisée avant le xx xx xxxx.

4. Installations électriques dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur bien-être au travail du 4/08/1996

Sont visés: locaux techniques d'un ensemble résidentiel et locaux réservés à l'exécution de travaux.

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des installations électriques non-domestiques ancien RGIE dans ces lieux:
a. Les dispositions dérogatoires de la *section 8.2.2.* sont d'application;
b. Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *section 9.1.1.*, de se limiter au contenu du dossier d'une installation électrique domestique (*section 9.1.2.)*.

Chapitre 8.4. Visites de contrôle de certaines anciennes installations électriques existantes qui n'ont pas fait l'objet d'un examen de conformité à l'ancien RGIE

Section 8.4.1. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation avant tout renforcement de la puissance de raccordement au réseau public de distribution d'électricité

Toute ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation qui n'a pas fait l'objet d'un examen de conformité conformément à l'ancien RGIE et pour laquelle un renforcement de la puissance de raccordement au réseau public de distribution d'électricité est demandé, fait l'objet d'une visite de contrôle réalisée par un organisme agréé en vue de vérifier sa conformité:
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent à l'exception de la *partie 8* pour la partie dont l'exécution a été entamée après le xx xx xxxx;
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent, y compris la *partie 8*, pour la partie dont l'exécution a été entamée avant le xx xx xxxx.

Toute demande de renforcement de la puissance de raccordement est accompagnée du rapport de contrôle de l'installation électrique. Avant de procéder audit renforcement de la puissance de raccordement, le distributeur ou la personne qu'il a mandatée pour effectuer ledit renforcement s'assure de la présence du rapport dans lequel la conformité aux prescriptions du présent Livre est confirmée.

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément aux dispositions fixées par le Ministre ayant respectivement l'Energie dans ses attributions. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Les prescriptions de la *section 9.1.4.* sont d'application lorsque les infractions sont constatées lors de la visite de contrôle.

Les prescriptions des *sections 6.5.1.* et *6.5.2.* sont applicables pour toute visite ultérieure de contrôle.

Section 8.4.2. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation lors de la vente

Sous-section 8.4.2.1. Domaine d'application

Le présent chapitre s'applique à la vente d'une unité d'habitation:
- équipée d'une ancienne installation électrique domestique n'ayant subi aucune modification importante ou extension notable depuis le 1er octobre 1981;
- équipée d'une ancienne installation électrique domestique ayant subi une modification importante ou extension notable depuis le 1er octobre 1981 mais dont la partie datant d'avant le 1er octobre 1981 n'a pas fait l'objet d'une visite de contrôle.

Ne sont pas considérés comme unité d'habitation pour l'application du présent chapitre:
- les couvents;
- les hôpitaux;
- les prisons;
- les maisons de repos;
- les pensionnats;
- les hôtels,
- les établissements d'instruction.

Lorsque l'unité d'habitation fait partie d'un régime de copropriété, les obligations reprises ci-après ne sont applicables qu'aux parties privatives des unités d'habitation concernées. En outre, ces obligations ne sont non plus pas applicables aux garages, parkings, entrepôts et autres lieux faisant partie de l'unité d'habitation mais dont l'installation électrique est alimentée par le compteur d'électricité au nom des copropriétaires ou de l'association des copropriétaires.

Ces obligations ne sont également pas applicables aux unités d'habitation faisant l'objet d'une expropriation.

Sous-section 8.4.2.2. Modalités de la visite de contrôle

a. Obligations

Lors d'une vente d'une unité d'habitation telle que visée à la sous-*section 8.4.2.1.*, le vendeur est obligé:
- de faire exécuter, une visite de contrôle de l'installation électrique;
- de faire mentionner dans l'acte authentique, la date du rapport de contrôle et le fait de la remise dudit rapport à l'acheteur.

Lorsque le vendeur et l'acheteur s'accordent sur le fait qu'une visite de contrôle de l'installation électrique est superflue et inutile, parce que l'acheteur va démolir le bâtiment ou rénover complètement l'installation électrique, le vendeur est obligé de faire mentionner cet accord dans l'acte authentique.

Le vendeur est obligé de faire mentionner dans l'acte authentique que l'acheteur doit informer la Direction générale de l'Energie préposée à la haute surveillance des installations électriques domestiques de la démolition du bâtiment ou de la rénovation complète de l'installation électrique. Cette dernière transmet à l'acheteur un numéro de dossier et l'invite à lui remettre un rapport de contrôle dès que la nouvelle installation électrique sera mise en usage.

Dans le cas d'impossibilité de faire le contrôle à l'occasion d'une vente ordonnée par décisions de justice, celui qui requiert la vente est obligé de faire mentionner, dans l'acte authentique ou dans le procès-verbal d'adjudication publique, l'absence de la visite de contrôle de l'installation électrique et l'intérêt pour l'acheteur de faire procéder à ce contrôle.

Dans le cas d'une visite de contrôle donnant lieu à un rapport négatif, le vendeur est obligé de faire mentionner dans l'acte authentique l'obligation pour l'acheteur de communiquer par écrit son identité et la date de l'acte de vente à l'organisme agréé qui a exécuté la visite de contrôle de l'installation électrique.

Après cette communication, l'acheteur doit faire réaliser une nouvelle visite de contrôle par un organisme agréé afin de vérifier la disparition des infractions au terme du délai de 18 mois prenant cours le jour de l'acte de vente. L'acheteur peut choisir librement cet organisme agréé.

Si l'acheteur désigne un autre organisme agréé, ce dernier en informe l'organisme agréé qui a rédigé le premier rapport de contrôle.

b. Cas de démolition ou rénovation totale

Lors d'une démolition du bâtiment ou d'une rénovation totale de l'installation électrique, les dispositions du *chapitre 6.4.* sont d'application.

c. Objet de la visite de contrôle

La visite de contrôle a pour but de constater la conformité de l'installation électrique avec:
- les prescriptions du présent Livre qui les concernent à l'exception de la *partie 8* pour la partie dont l'exécution a été entamée après le xx xx xxxx;
- les prescriptions du présent Livre qui les concernent, y compris la *partie 8*, pour la partie dont l'exécution a été entamée avant le xx xx xxxx.

d. Absence des schémas unifilaires et plans de position lors de la visite de contrôle réalisée lors de la vente d'une unité d'habitation

Dans le cas que, lors de la visite de contrôle réalisée lors de la vente d'une unité d'habitation, les schémas unifilaires et les plans de position de l'installation électrique ne peuvent être mis à la disposition du représentant de l'organisme agréé, le représentant de l'organisme agréé établit d'une façon claire:
- **pour les schémas unifilaires:** une description sommaire (ou un schéma) des différents tableaux de répartition et de manœuvre qui reprend au minimum les éléments suivants:
  - l'adresse de l'installation;
  - la tension nominale de l'installation;
  - la section du câble d'entrée dans le tableau principal;
  - le type et la section des différents départs;
  - le ou les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel avec leurs caractéristiques;
  - les dispositifs de protection avec leurs caractéristiques.
- **pour les plans de position:** un croquis sommaire à main levée (le repérage n'est pas nécessaire) qui reprend au minimum les éléments suivants:
  - les prises ;
  - les interrupteurs,
  - les points lumineux ;
  - les appareils ou les machines fixes ou installés à poste fixe.

Ce descriptif et ce croquis ne peuvent pas être utilisés comme schéma unifilaire et plan de position de l'installation électrique. Ils assurent seulement la traçabilité des parties contrôlées par l'organisme agréé. L'absence des schémas unifilaires et des plans de position réglementaires doit être mentionnée comme infraction sur le rapport de la visite de contrôle.

La description sommaire (ou le schéma) et le croquis sommaire font partie intégrante du rapport visé à la *sous-section 8.4.2.3.* et ils sont signés par le demandeur de la visite de contrôle et le représentant de l'organisme agréé. Ils sont remis au propriétaire de l'installation électrique pour faire partie intégrante du dossier de l'installation électrique visé à la *section 9.1.2.*

Sous-section 8.4.2.3. Rapport, infractions et visite de contrôle ultérieure

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément aux dispositions fixées par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Les prescriptions de la *section 9.1.4.* sont d'application lorsque les infractions sont constatées lors de la nouvelle visite de contrôle.

Les prescriptions des *sections 6.5.1.* et *6.5.2.* sont applicables pour toute visite ultérieure de contrôle.

Section 8.4.3. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique ne répondant pas aux critères des sections 8.4.1. et 8.4.2.

Lorsqu'une visite de contrôle d'une ancienne installation électrique domestique d'une unité d'habitation ou des parties communes d'un ensemble résidentiel est nécessaire, elle sera réalisée par un organisme agréé et elle vérifiera la conformité de l'installation électrique au moins:

- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent à l'exception de la *partie 8* pour la partie dont l'exécution a été entamée après le xx xx xxxx;
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent, y compris la *partie 8*, pour la partie dont l'exécution a été entamée avant le xx xx xxxx.

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément aux dispositions fixées par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Les prescriptions de la *section 9.1.4.* sont d'application lorsque les infractions sont constatées lors de la visite de contrôle.

Les prescriptions des *sections 6.5.1.* et *6.5.2.* sont applicables pour toute visite ultérieure de contrôle.

Section 8.4.4. Visite de contrôle d'une ancienne installation électrique non-domestique dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Sont visés: locaux techniques d'un ensemble résidentiel et locaux réservés à l'exécution de travaux.

Lorsqu'une visite de contrôle d'une ancienne installation électrique non-domestique dans ces lieux est nécessaire, elle sera réalisée par un organisme agréé et elle vérifiera la conformité de l'installation électrique au moins:

- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent à l'exception de la *partie 8* pour la partie dont l'exécution a été entamée après le xx xx xxxx;
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent, y compris la *partie 8*, pour la partie dont l'exécution a été entamée avant le xx xx xxxx.

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément aux dispositions fixées par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes mesures adéquates prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Les prescriptions des *sections 6.5.1.* et *6.5.2.* sont applicables pour toute visite ultérieure de contrôle.

Partie 9. Prescriptions générales à observer par les personnes

CHAPITRE 9.1. DEVOIRS DU PROPRIÉTAIRE, GESTIONNAIRE OU EXPLOITANT 255
Section 9.1.1. Devoirs du propriétaire, du gestionnaire ou exploitant dans les installations non-domestiques 255
Section 9.1.2. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant dans les installations domestiques 256
Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle 256
Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité 256
Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle 256
Section 9.1.4. Installations en infraction lors de la visite de contrôle d'une ancienne installation domestique 257
Section 9.1.5. Localisation des canalisations électriques souterraines 257
Section 9.1.6. Document des influences externes 257
Section 9.1.7. Plans de zonage 258
CHAPITRE 9.2. ATTRIBUTION DE LA CODIFICATION BA4/BA5 258
CHAPITRE 9.3. TRAVAUX AUX INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES 258
Section 9.3.1. Domaine d'application 258
Section 9.3.2. Prescriptions générales 258
Sous-section 9.3.2.1. Principe de base 258
Sous-section 9.3.2.2. Personnel 259
Sous-section 9.3.2.3. Organisation 259
Section 9.3.3. Travaux d'exploitation 259
Sous-section 9.3.3.1. Généralités 259
Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension 260
Section 9.3.4. Procédures de travail 260
Sous-section 9.3.4.1. Préparation 260
Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension 261
Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension 262
Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension 264
Section 9.3.5. Travaux d'entretien 265
Sous-section 9.3.5.1. Généralités 265
Sous-section 9.3.5.2. Personnel 265
Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation 266
Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement 266
Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire 266
Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation 266
Section 9.3.6. Précautions particulières 266
Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains 266
CHAPITRE 9.4. PANNEAUX DE SIGNALISATION 267
Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques 267
Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction 267
Section 9.4.3. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation 268
CHAPITRE 9.5. INTERDICTIONS 268

Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant

Section 9.1.1. Devoirs du propriétaire, du gestionnaire ou exploitant dans les installations non-domestiques

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique non-domestique est tenu:

1. préalablement aux contrôles de conformité visés au *chapitre 6.4.*ou aux visites de contrôles visées au *chapitre 6.5.,* de mettre à la disposition de l'organisme agréé, les schémas, plans et documents visés à la *section 3.1.2.* et tout autre document nécessaire au contrôle de conformité ou à la visite de contrôle;
2. d'en assurer l'entretien et de documenter les interventions réalisées lors de chaque entretien et test, comme par exemple le test des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
3. de prendre toutes les mesures nécessaires pour que les dispositions du présent Livre soient en tout temps observées;
4. en cas d'exécution de travaux aux installations électriques, de mettre à la disposition de son personnel qui les effectuent:

a. le matériel nécessaire tel que défini au *chapitre 9.3.*;
b. les schémas, plans et documents actualisés de l'installation électrique tels que définis à la *section 3.1.2.*

5. de constituer et de tenir à la disposition de toute personne concernée qui peut les consulter:

a. le ou les dossier(s) de l'installation électrique qui comporte(nt):
   1. les schémas, plans et documents de l'installation électrique tels que définis à la *section 3.1.2.*;
   2. les éventuelles notes de calcul;
   3. les éventuelles analyses des risques;
   4. pour les ensembles d'appareillage à basse tension et les systèmes d'ensemble, les déclarations de conformité;
   5. un document reprenant les caractéristiques techniques du branchement au réseau de distribution;
   6. le rapport de contrôle de conformité et le dernier et l'avant-dernier rapport de visite de contrôle de l'installation électrique;
   7. un document reprenant les modifications intervenues dans l'installation depuis la dernière visite par un organisme agréé.

   Ce(s) dossier(s) doi(ven)t être tenu(s) sur place.
b. les instructions écrites nécessaires pour assurer tant la sécurité des personnes que le sauvetage en cas d'accident.
c. les documents et les mesures qui déterminent la conformité du matériel électrique avec les conditions d'utilisation (déclarations, notices d'instructions, …).

6. de mettre à la disposition de son personnel mentionné au *chapitre 9.3.*, un exemplaire du texte du présent Livre, ainsi qu'une copie des instructions écrites mentionnées dans le *point 5.b.*;
7. de s'assurer que:

a. les personnes désignées pour l'exploitation de l'installation électrique connaissent et comprennent les prescriptions réglementaires et les instructions qu'ils ont pour mission d'observer ou de faire observer;
b. les contrôles de conformité dont question au *chapitre 6.4.* ont été exécutés;
c. les visites de contrôle dont question au *chapitre 6.5.* ont été exécutées;
d. les contrôles de conformité et les visites de contrôles couvrent la totalité des installations;
e. les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, les dites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens;
f. l'installation ou partie d'installation électrique fasse l'objet d'un contrôle de conformité avant la mise en usage, étant bien attendu que pour les installations destinées à alimenter des machines ou appareils mobiles, portatifs, mobiles à poste fixe, le contrôle porte sur l'installation de son origine jusqu'aux dispositifs de commande.

8. d'afficher en des endroits judicieusement choisis une instruction relative aux premiers soins à donner en cas d'accident d'origine électrique;
9. de soumettre au Service interne pour la Prévention et la Protection au travail et au Comité pour la Prévention et la Protection au travail, les rapports de contrôle dont mention aux *chapitres 6.4. et 6.5.*;
10. de transmettre au nouveau propriétaire, gestionnaire ou exploitant de l'installation électrique le dossier dont mention au *point 5.a.* ci-avant;

11. de mettre à la disposition du locataire éventuel une copie du dossier de l'installation électrique;
12. d'aviser immédiatement le fonctionnaire préposé à la surveillance du Service Public Fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions ainsi que le Service Public Fédéral ayant l'Energie dans ses attributions de tout accident survenu aux personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations électriques.

Section 9.1.2. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant dans les installations domestiques

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique domestique détient le dossier de l'installation électrique établi en deux exemplaires. Le dossier de l'installation électrique domestique comporte:

1. le ou les schémas unifilaires de l'installation électrique;
2. le ou les plans de position de l'installation électrique;
3. le ou les rapports de contrôle de conformité de l'installation électrique dont question au *chapitre 6.4.;*
4. éventuellement, le ou les rapports de visite de contrôle de l'installation électrique dont question au *chapitre 6.5.;*
5. éventuellement, les documents établissant que le matériel électrique offre les garanties de sécurité que doivent présenter certaines machines, appareils et canalisations électriques;
6. éventuellement les mêmes documents que repris sous les *points 1., 2., 3. et 5.*, si une modification importante ou une extension importante a été faite à l'installation électrique;
7. éventuellement, la ou les descriptions succinctes de toute modification ou extension, qui ne peut être qualifiée d'importante, qui auraient été apportées à l'installation électrique.

En ce qui concerne les installations photovoltaïques domestiques à basse tension visées au *chapitre 7.11*2., le dossier de l'installation électrique comporte aussi:

1. les notices d'utilisation de l'installation (fonctionnement et maintenance);
2. les consignes de sécurité relatives à l'intervention sur l'installation et son utilisation;
3. les références et les caractéristiques techniques du matériel installé (marque, modèle, puissance, …)

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique est tenu:

1. d'en assurer ou d'en faire assurer l'entretien;
2. de prendre toutes mesures adéquates pour que les dispositions du présent Livre soient en tout temps observées;
3. de transmettre au nouveau propriétaire, gestionnaire ou exploitant le dossier de l'installation électrique;
4. de mettre à la disposition du locataire éventuel une copie du dossier de l'installation électrique;
5. d'aviser immédiatement le fonctionnaire préposé à la surveillance du Service Public Fédéral ayant l'Energie dans ses attributions de tout accident survenu aux personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations électriques.

Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle

Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité

Aucune installation ou partie d'installation électrique pour laquelle des infractions au présent Livre sont constatées lors du contrôle de conformité ne peut être mise en usage.

Pour le cas visé à la *sous-section 6.4.7.3. 4*ème alinéa dont le contrôle de conformité a été réalisé après la mise en usage, les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment du contrôle de conformité sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle

Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

En outre pour les installations domestiques :

- la vérification de la disparition des infractions sera constatée par l'organisme agréé qui a réalisé la visite de contrôle;
- le Service Public Fédéral ayant l'Energie dans ses attributions est informé dans un délai d'un an par l'organisme agréé qui a effectué la visite de contrôle, de l'existence d'infractions au cas où il n'est pas donné suite à la remise en ordre de l'installation.

Section 9.1.4. Installations en infraction lors de la visite de contrôle d'une ancienne installation domestique

Les prescriptions de la *sous-section 9.1.3.2.* sont d'application lorsque les infractions sont constatées lors des visites de contrôle effectuées en vertu des *sections 8.4.1. et 8.4.3.* et lors de la nouvelle visite de contrôle effectuée en vertu la *section 8.4.2.*

Section 9.1.5. Localisation des canalisations électriques souterraines

Le propriétaire d'une canalisation électrique souterraine est, en tout temps, à même de tenir à disposition les plans des canalisations souterraines, ou à défaut, de donner les indications nécessaires pour localiser celle-ci.

Il le fait dans un délai de sept jours ouvrables, à partir de la réception de la demande qui lui est adressée à cet effet, à quiconque est autorisé à exécuter les travaux dans le voisinage du câble.

Section 9.1.6. Document des influences externes

Les influences externes y compris les lieux dans lesquels celles-ci sont d'application, sont déterminées sur la base de données fournies par l'exploitant des lieux dans lesquels se situe l'installation.

Ces données sont apposées dans le document des influences externes. Le document, sous forme de plan, de tableau ou de liste, détermine de manière unique les influences externes des lieux. Dans le cas où il n'y aurait pas d'influences externes spécifiques à prendre en considération, telles que celles reprises au tableau des influences externes non spécifiques ci-après, le document le confirme. Le document doit être paraphé par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe le document pour réception lors du contrôle. La correspondance entre le document et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Les influences externes non spécifiques sont mentionnées dans le *tableau 9.1.*

Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques

Température ambiante	**AA**	1	2	3	**4**	**5**	6	7	**8**
Présence d'eau	**AD**	**1**	2	3	4	5	6	7	8
Présence de corps solides étrangers	**AE**	**1**	2	3	4				
Présence de substances corrosives ou polluantes	**AF**	**1**	2	3	4				
Contraintes mécaniques dues aux chocs	**AG**	**1**	2	3					
Contraintes mécaniques dues aux vibrations	**AH**	**1**	2	3					
Présence de flore et/ou moisissures	**AK**	**1**	2						
Présence de faune	**AL**	**1**	2						
Influences électriques, électromagnétiques ou ionisantes	**AM**	**1**	2	3	4	5	6		
Rayonnements solaires	**AN**	**1**	2						
Compétence des personnes	**BA**	**1**	2	3	4	5			
Etat du corps humain	**BB**	**1**	2	3					
Contact des personnes avec le potentiel de terre	**BC**	**1**	**2**	**3**	4				
Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence	**BD**	**1**	2	3	4				
Nature des matières traitées ou entreposées	**BE**	**1**	2	3	4				
Matériaux de construction	**CA**	**1**	2						
Structure des bâtiments	**CB**	**1**	2	3	4				

Note : Les influences externes non spécifiques sont repérées par des cases noires.

L'exploitant de multiples installations du même type ou son délégué peut, par type d'installation, établir une liste particulière d'influences externes non spécifiques. La liste doit être paraphée par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe la liste pour réception lors du contrôle. La correspondance entre la liste et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Toute la section 9.1.6. n'est pas d'application aux installations électriques des lieux domestiques.

Section 9.1.7. Plans de zonage

Les spécifications pour la réalisation des plans de zonage concernant les risques d'explosion sont décrites dans le *chapitre 7.102.*

Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5

La compétence des personnes qui est codifiée sous BA4 ou BA5 est attribuée aux travailleurs par l'employeur. La diversité de cette attribution selon le type d'installation électrique ou le type de travaux pour lesquels cette compétence est valable, doit être déterminée.

Nonobstant les déterminations du chapitre VI du livre 3, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail, l'employeur tient au moins compte lors de l'appréciation de la compétence des personnes et lors de l'attribution de la codification BA4 ou BA5 à ces personnes:

- des connaissances du travailleur relatives aux risques qui sont occasionnés par les installations électriques, acquises par formation ou par expérience au sein ou à l'extérieur de l'institution de l'employeur;
- du type et de la diversité des installations électriques comme par exemple, haute et basse tension, les systèmes de réseaux, nature du matériel électrique appliqué (par ex. matériel électrique classique, matériel anti-explosif),... pour lesquels ces connaissances sont applicables;
- la diversité des activités à une installation électrique ou à proximité de celle-ci (travaux sous tension, à proximité des parties sous tension, travaux hors tension, manœuvre aux installations électriques, travaux de contrôle, d'inspection et de mesure),... pour lesquels ces connaissances sont applicables.

Cette appréciation de la compétence, y compris la description des installations et les travaux pour lesquels l'appréciation est valable, est traçable.

L'attribution de la codification de la compétence de personnes qui est caractérisée par le code BA4 ou BA5 à un travailleur est fixée par l'employeur dans un document, qui, outre le nom du travailleur, détermine clairement pour quelles compétences et pour quelles installations électriques la compétence est valable (entre autres par une description des activités autorisées, une description des installations électriques auxquelles ou à proximité desquelles il est permis de travailler,...), avec des limites particulières éventuelles, la durée et des conditions éventuelles pour le maintien de la compétence.

Nonobstant la codification de la compétence BA4/BA5 les employeurs, chacun dans son domaine de compétence et à son niveau, sont tenus:

- de veiller à ce que chaque personne concernée reçoive une formation suffisante et adéquate axée en particulier sur son poste de travail ou sa fonction;
- de prendre en considération la compétence des personnes concernées sur le plan de la sécurité et de la santé au cas où elles sont chargées de l'exécution d'un travail à une installation électrique ou à proximité de celle-ci;
- de contrôler si la répartition des tâches est faite de telle façon que les divers travaux à une installation électrique ou à proximité de celle-ci soient exécutés par des personnes ayant ou ayant maintenu la compétence exigée, qui ont reçu la formation et les instructions exigées.

Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques

Section 9.3.1. Domaine d'application

Ce chapitre:

- s'applique à tous les travaux sur, avec ou dans l'environnement des installations électriques;
- ne s'applique pas aux personnes lors de l'utilisation d'installations électriques conçues et installées pour être utilisées par des personnes codifiées BA1, BA2 ou BA3, telles que définies à la *section 2.10.11.*

Section 9.3.2. Prescriptions générales

Sous-section 9.3.2.1. Principe de base

Tous les travaux doivent être précédés d'une estimation des risques, qui permet de préciser comment les travaux doivent être préparés et réalisés pour assurer la sécurité.

Pour des travaux d'exploitation ou des travaux répétitifs ayant lieu dans les mêmes circonstances une procédure générale écrite basée sur une estimation des risques suffit.

Tous les équipements de protection collective et individuelle ainsi que tous les moyens de travail (outils, appareils de mesure...) utilisés, doivent être adaptés de façon appropriée, entretenus dans une condition satisfaisante pour l'utilisation, et être correctement utilisés.

Si nécessaire, une signalisation adéquate doit être mise en place durant toute la durée des travaux.

Il doit être remédié sans délai aux défauts présentant un danger immédiat.

Sous-section 9.3.2.2. Personnel

Toute personne impliquée dans les travaux doit être instruite des prescriptions de sécurité et des instructions de l'établissement applicables à son travail. Celles-ci doivent être rappelées au cours des travaux lorsqu'ils sont longs ou lors d'une modification des conditions de travail.

Sous-section 9.3.2.3. Organisation

Chaque installation électrique doit être placée sous la responsabilité du chargé de l'installation électrique.

Tous travaux doivent être sous la responsabilité du chargé des travaux.

Le chargé des travaux et le chargé de l'installation électrique doivent prendre des dispositions de commun accord pour garantir l'exécution sûre des travaux.

Le chargé de l'installation électrique et le chargé des travaux peuvent être une seule et même personne.

La zone de travail doit être définie par le chargé des travaux et après consultation du chargé de l'installation. Un espace de travail adéquat et des moyens d'accès doivent être prévus.

Si l'estimation des risques en démontre la nécessité:
- la zone de travail et/ou l'accès à la zone de travail doit être balisé;
- une préparation des travaux par écrit doit être faite.

Toute information nécessaire, verbale ou écrite ou visuelle, doit être transmise d'une manière fiable et non ambiguë.

Pour éviter des erreurs quand l'information est transmise verbalement, le destinataire doit répéter l'information à l'expéditeur, qui doit à son tour confirmer qu'elle a été bien reçue et comprise.

L'autorisation de commencer les travaux et de remettre l'installation électrique sous tension après achèvement des travaux ne peut être donnée par signaux émis automatiquement ou par entente préalable après un intervalle de temps déterminé.

Section 9.3.3. Travaux d'exploitation

Sous-section 9.3.3.1. Généralités

Les travaux d'exploitation sont soumis à l'accord du chargé de l'installation électrique et doivent être réalisés par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5). Le chargé de l'installation doit, si exigé, être informé lorsque les actes d'exploitation courante sont terminés.

Les personnes effectuant des travaux d'exploitation doivent prendre des précautions appropriées contre les risques électriques. Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les moyens de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

Le cas échéant, les règles de travail hors tension, travail sous tension ou travail au voisinage de pièces sous tension doivent être appliquées.

Les appareils de mesure et d'essais doivent être contrôlés sur leur bon fonctionnement avant et si nécessaire après utilisation.

Les vérifications doivent être réalisées par des personnes qualifiées (BA5) possédant une expérience des vérifications d'installations similaires. Les vérifications doivent être exécutées avec du matériel approprié de façon à prévenir le danger tout en prenant en compte, si nécessaire, les contraintes imposées par la présence de pièces nues sous tension.

Quand des essais sont réalisés en utilisant une source d'alimentation extérieure des précautions doivent être prises pour s'assurer que:
- l'installation soit séparée de toute source d'alimentation normale;
- l'installation ne puisse être réalimentée par aucune autre source d'alimentation;
- des mesures de sécurité contre le risque électrique soient prises pendant la durée des essais pour tout le personnel présent;
- les points de séparation présentent une isolation suffisante pour résister à l'application simultanée de la tension d'essai d'un côté et de la tension de service de l'autre côté.

Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension

Dans les installations à basse tension de 2ème catégorie, il est interdit de manœuvrer les coupe-circuit à fusibles sous courant.

La manœuvre des sectionneurs à basse tension de 2ème catégorie sous courant n'est tolérée que dans les opérations de mise en ou hors service d'installations dans lesquelles la puissance apparente installée ne dépasse pas 100 kVA.

Cependant, cette prescription n'est pas d'application lorsque les sectionneurs commandent des coupe-circuit pourvus d'appareils limitant le courant, à condition toutefois que le personnel soit protégé pendant le manœuvre.

Les manœuvres exécutées par action directe sur des parties actives, des sectionneurs et coupe-circuit à fusibles à basse tension de 2ème catégorie, ne peuvent se faire qu'en utilisant des engins dont l'ensemble comporte au moins deux éléments isolants en série, chacun d'eux présentant un isolement suffisant, approprié à la tension nominale du réseau. Une perche de manœuvre présentant un niveau d'isolation équivalent à celui de l'ensemble précité peut être utilisée à cet effet.

La vérification de présence ou d'absence de tension, de la concordance des phases... au moyen d'un appareil portatif en basse tension de 2ème catégorie, ne peut se faire que si ledit appareil présente un isolement suffisant approprié à la tension nominale du réseau.

Section 9.3.4. Procédures de travail

Sous-section 9.3.4.1. Préparation

a. Généralités

Le chargé de l'installation ou le chargé des travaux s'assure que des consignes spécifiques et détaillées soient données avant le début du travail au personnel effectuant le travail. Il s'assure que ces instructions soient comprises et appliquées.

Avant le début du travail, le chargé des travaux informe le chargé de l'installation, de la nature, l'endroit, le planning du travail envisagé et les conséquences pour l'installation électrique.
Dans le cas de travaux planifiés à l'avance, à l'exception des travaux d'exploitation, l'information se fait par écrit.

Seul le chargé de l'installation peut donner l'autorisation de commencer les travaux. Cette procédure doit être définie également en cas d'interruption.

Les travaux sont effectués en principe hors tension.
Les travaux sous tension peuvent seulement être exécutés pour autant que les trois conditions suivantes soient respectées:
- que les caractéristiques de l'installation électrique le permettent et
- qu'une méthode de travail adéquate soit appliquée et
- que les exigences du service l'imposent.

b. Induction

Des conducteurs ou des parties conductrices à proximité de conducteurs sous tension peuvent être influencés électriquement. Nonobstant les prescriptions des *sous-sections 9.3.4.2.* et *9.3.4.4.*, des précautions spécifiques doivent être prises lorsqu'on travaille sur lesdits conducteurs ou parties conductrices soumises à l'induction:
- par mise à la terre à des intervalles adéquats de façon à réduire le potentiel entre conducteurs et terre à un niveau de sécurité;
- par des liaisons équipotentielles sur la zone de travail afin d'éviter toute possibilité que des personnes puissent pénétrer dans une boucle d'induction.

c. Conditions atmosphériques

En cas de conditions atmosphériques défavorables, des restrictions doivent être appliquées. Si c'est nécessaire pour prévenir le danger, les travaux aux installations en plein air ou sur un appareil directement connecté à une telle installation, doivent lorsqu'on voit des éclairs ou qu'on entend le tonnerre ou en cas d'arrivée d'un orage, être cessés immédiatement; ceci doit être communiqué au chargé de l'installation.

Si la visibilité est mauvaise sur la zone de travail, aucun travail ne doit être entrepris ou poursuivi.

Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension

a. Prescriptions essentielles

Pour s'assurer que l'installation électrique dans la zone de travail est et reste hors tension pendant la durée des travaux, les mesures suivantes doivent être appliquées:
- préparer les travaux;
- séparer l'installation électrique;
- s'assurer contre la réalimentation de l'installation électrique;
- contrôler l'absence de tension;
- mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit;
- baliser et/ou protéger l'installation électrique;
- mettre l'installation électrique à disposition.

b. Préparer les travaux

La préparation comprend l'identification des installations sur lesquelles il faut travailler ainsi que l'identification des mesures à prendre afin de garantir la sécurité et de pouvoir mettre à disposition l'installation.

c. Séparer

La partie de l'installation sur laquelle le travail doit être réalisé doit être séparée de toutes sources d'alimentation suivant les prescriptions de la *sous-section 5.3.3.1.*

d. S'assurer contre la réalimentation

Tous les dispositifs de manœuvre qui ont été utilisés pour séparer l'installation électrique sur la zone de travail doivent être prémunis contre toute possibilité de réenclenchement, de préférence par verrouillage du mécanisme de manœuvre. En l'absence de possibilités de verrouillage mécanique, d'autres dispositions doivent être prises de façon à se prémunir contre toute remise sous tension intempestive. Si une source d'énergie auxiliaire est nécessaire pour la manœuvre du dispositif de coupure, cette source d'énergie doit être rendue inopérante.

Des panneaux d'interdiction doivent être mis en place de manière à interdire toute manœuvre. Cette imposition n'est pas requise pour les systèmes automatiques de sectionnement prévus dans la *section 5.3.3.*

e. Contrôler l'absence de tension

L'absence de tension doit être vérifiée par des dispositifs appropriés sur tous les conducteurs actifs de l'installation électrique dans la zone de travail ou aussi près que possible de celle-ci.

f. Mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit

Sur la zone de travail, pour toutes les installations haute tension et certaines installations basse tension (voir plus loin le dernier alinéa «obligation pour la mise à terre et en court-circuit»), toutes les parties sur lesquelles un travail doit être entrepris doivent être mises à la terre et en court-circuit. Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être raccordés en premier au point de mise à la terre et ensuite aux parties actives à mettre à la terre.

Les parties actives de ladite installation électrique présentant encore des charges capacitives après séparation doivent être déchargées à l'aide de dispositifs appropriés.

Les installations qui, après séparation présentent éventuellement une tension résiduelle, ne pourront être mises en court-circuit que lorsque la tension résiduelle aura totalement disparue.

Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être visibles, pour autant que cela soit possible, depuis la zone de travail. Si tel n'est pas le cas les connexions de mise à la terre doivent être placées aussi près de la zone de travail que raisonnablement praticable.

Lorsqu'au cours des travaux des conducteurs doivent être sectionnés ou raccordés et s'il y a risque de différences de potentiel sur l'installation, des mesures appropriées, telles que shuntage et/ou mise à la terre, doivent être prises sur la zone de travail avant sectionnement ou raccordement des conducteurs.

Dans tous les cas on doit s'assurer que les dispositifs et/ou les équipements de mise à la terre (sectionneurs de mise à la terre, câbles, clames...) soient appropriés au courant de court-circuit présumé.

Des précautions doivent être prises pour assurer que les mises à la terre restent sûres pendant le temps où le travail est en cours, excepté lorsque les connexions de terre doivent être enlevées lors de mesurages ou d'essais qui ne peuvent pas être exécutés en présence de mise en court-circuit ou de mise à la terre. Dans ce cas des précautions additionnelles ou alternatives doivent être prises.

L'obligation pour la mise à terre et en court-circuit des installations de basse tension dans le lieu de travail est seulement obligatoire s'il y a risque de remise sous tension des installations, par exemple:
- lignes aériennes croisées par d'autres lignes ou influencées électriquement;
- installations qui peuvent être alimentées par des sources de secours.

g. Baliser et/ou protéger

Lorsque des parties d'une installation électrique dans l'environnement immédiat de la zone de travail restent sous tension, il y a lieu de baliser et/ou de protéger dans le respect des prescriptions de la *sous-section 9.3.4.4.*

h. Mettre à disposition

L'autorisation de commencer le travail doit être donnée par le chargé de l'installation. Le chargé des travaux doit informer le personnel qu'ils peuvent débuter les travaux dans la partie mise à disposition.

Le chargé des travaux ne peut donner l'autorisation de commencer les travaux aux exécutants que lorsque les mesures décrites aux *points b.* à *g.* ont été prises.

i. Remise sous tension

Après l'arrêt ou l'achèvement des travaux et réalisation des contrôles, les personnes qui ne sont plus indispensables doivent quitter la zone de travail. Tous les équipements de travail, la signalisation et les dispositifs de protection collective utilisés pendant les travaux doivent être retirés s'ils ne sont pas nécessaires pendant la suite éventuelle des travaux.

Les mesures mentionnées aux *points c.* à *g.* qui ont été prises pour assurer la sécurité pendant les travaux doivent être supprimées.

Dès qu'une des mesures mentionnées dans la présente sous-section prises pour mettre l'installation électrique en sécurité a été supprimée, cette partie de l'installation électrique ne peut plus être considérée comme une zone permettant le travail hors tension.

Ce n'est qu'après que le chargé des travaux est certain que l'installation électrique est prête à être réalimentée d'une manière sûre, qu'il a le devoir de signaler au chargé de l'installation que les travaux sont terminés.

Ce n'est qu'alors que la procédure de remise sous tension peut être entreprise.

Les travaux pour mettre l'installation à nouveau sous tension, doivent être effectués sous la responsabilité du chargé de l'installation.

Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension

a. Généralités

Les travaux sous tension ne peuvent débuter qu'après avoir préalablement pris toutes les mesures pour supprimer les risques de brûlures, d'incendie et d'explosion.

Des mesures de protection pour éviter les chocs électriques et les courts-circuits doivent être mises en œuvre pour le travail sous tension.

Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les moyens de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

b. Formation spécifique et qualification

Seules les personnes ayant suivi une formation spécifique, peuvent, après évaluation positive de leurs compétences, effectuer des travaux sous tension.

L'aptitude à réaliser des travaux sous tension doit être maintenue soit par la pratique, soit par une formation permanente ou supplémentaire.

c. Méthodes de travail – Définitions

Travail à distance > D_L: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne reste à une distance spécifiée des pièces nues sous tension et exécute son travail à l'aide d'équipements de travail isolants appropriés.

Travail au contact: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne, dont les mains sont électriquement protégées par des gants isolants et éventuellement par des protège-bras isolants, exécute son travail en contact mécanique direct avec des pièces nues sous tension.
Dans des installations à basse tension, l'usage des gants isolants n'exclut en rien l'usage d'outils manuels isolants ou isolés et une isolation adéquate par rapport à l'environnement.

Travail au potentiel: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne exécute son travail en contact électrique avec les parties actives, après avoir été porté au potentiel et isolé de son environnement.

d. Equipements de travail, de protection collective et individuelle

En complément de *la sous-section 9.3.2.1.,* les caractéristiques, l'utilisation, le stockage, l'entretien, le transport et les contrôles des équipements de travail et dispositifs pour travail sous tension doivent faire l'objet de spécifications.

e. Conditions d'environnement

Des restrictions doivent être appliquées au travail sous tension en cas de mauvaises conditions atmosphériques ou conditions d'environnement.

Quand les conditions exigent que le travail soit interrompu, le personnel doit laisser l'installation et les dispositifs isolants et isolés en état de sécurité.

f. Prescriptions spécifiques pour installations très basse tension

Pour les installations à TBTS (dont la tension ne dépasse pas les valeurs du tableau de la *sous-section 4.2.2.2.*), le travail sous tension est autorisé sans précautions contre le contact direct. Des mesures appropriées doivent être prises contre les risques de courts-circuits. Pour les autres formes de TBT, le travail sous tension doit être en accord avec le *point g.* ci-dessous.

g. Prescriptions complémentaires pour installations basse tension

Indépendamment des prescriptions particulières qui seraient d'application pour certaines installations spécifiques basse tension, les prescriptions générales suivantes sont à considérer en fonction du risque rencontré:
- utilisation d'équipements de protection collective adaptés;
- application d'une isolation supplémentaire et/ou usage d'outils isolés;
- utilisation d'équipements de protection individuelle (gants, écran facial).

h. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée:
- pour les travaux aux circuits intrinsèques;
- à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

i. Travaux spécifiques sous tension

Les travaux tels que nettoyage, pulvérisation ou élimination de dépôts de givre sur isolateurs doivent être décrits dans des instructions spécifiques de travail. Le personnel qui exécute de tels travaux doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5).

Les travaux de nettoyage sous tension des installations électriques sont exécutés en respectant les prescriptions suivantes:
- les caractéristiques d'utilisation des équipements de travail utilisés en cas de la pulvérisation du liquide de nettoyage (nettoyage humide), de même que celles de l'installation d'aspiration des poussières (nettoyage à sec) ainsi que celles du liquide même sont déterminées par la tension nominale U_n des circuits auxquels on travaille;
- les caractéristiques d'utilisation (niveau d'isolation, courant de fuite, humidité, tension de claquage...) des équipements de travail mentionnés sous le premier tiret doivent être basées sur un rapport d'essai délivré par un laboratoire accrédité pour l'application en question;
- les dimensions de la lance (nettoyage humide) comme de la pièce d'aspiration (nettoyage à sec) sont telles que pendant les travaux, leurs poignées restent toujours en dehors du plan initial formé par les écrans de protection des parties actives (éventuellement enlevés);
- le liquide de nettoyage n'est ni inflammable ni nocif pour les travailleurs;
- les travaux de nettoyage ne peuvent être effectués que par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) en présence d'une autre personne qualifiée (BA5) tel que décrit à la *section 2.10.11.* Lesdites personnes ont suivi une formation pratique ponctuelle adaptée aux risques liés à ces travaux;
- en présence d'un tableau sous tension non protégé (IP d'au moins XX-A), la personne chargée des travaux de nettoyage doit porter des vêtements de travail isolés électriquement;
- des mesures sont prises pour que le liquide ne puisse pas se saturer en eau et pour que l'eau de condensation ne puisse être projetée;
- le liquide de nettoyage ne peut contenir de composants qui peuvent dégrader les isolants de l'appareillage électrique.

Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension

a. Généralités

Les travaux au voisinage de pièces sous tension de tension nominale supérieure à celle de la T.B.T. ne doivent être réalisés que lorsque des mesures de sécurité garantissent que des pièces sous tension ne peuvent pas être touchées ou que la zone sous tension ne peut pas être atteinte.

Les valeurs des distances D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage sont reprises au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1.*

De manière à maîtriser les risques électriques au voisinage de pièces sous tension, la protection est assurée au moyen d'enveloppes ou par obstacles. Si ces mesures ne peuvent pas être mises en œuvre, la protection doit être assurée par le maintien d'une distance minimale de travail non inférieure à D_L par rapport aux pièces sous tension et, si nécessaire, en assurant une surveillance appropriée.

Avant le début du travail la personne désignée chargée des travaux doit donner des instructions au personnel, particulièrement à ceux qui ne sont pas familiarisés avec le travail au voisinage de pièces sous tension, sur le maintien des distances de sécurité, sur les mesures de sécurité qui ont été prises et sur la nécessité d'un comportement conforme à l'esprit de sécurité. La limite de la zone de travail doit être définie avec précision et l'attention doit être attirée sur les circonstances ou conditions inhabituelles.
Ces instructions doivent être répétées à des intervalles appropriés ou après un changement des conditions de travail.

b. Protection au moyen d'enveloppes ou d'obstacles

Lorsque ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'intérieur de la zone sous tension, ils sont constitués de matières isolantes et les procédures adéquates soit de travail hors tension, soit de travail sous tension, doivent être appliquées.

Quand ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'extérieur de la zone sous tension, ils doivent être mis en place en appliquant les procédures de travail hors tension ou utilisant des moyens empêchant que le personnel qui les installe pénètre dans la zone sous tension. Sinon, les procédures de travail sous tension doivent être appliquées.

c. Protection par maintien d'une distance sûre de travail

Lorsque la protection par le maintien d'une distance sûre de travail est utilisée, cette méthode doit au moins contenir les trois points suivants:
- la distance non inférieure à D_L à maintenir en tenant compte de la nature des travaux et de la tension nominale de l'installation électrique;
- les critères à adopter pour la désignation du personnel susceptible d'effectuer ces travaux;

- les procédures à adopter pendant les travaux pour éviter de pénétrer dans la zone sous tension.

Si nécessaire une surveillance appropriée est à assurer.

d. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux dans le voisinage de partie active sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée:
- pour les travaux aux circuits intrinsèques ;
- à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

e. Travaux non électriques réalisés par des non électriciens

Pour des travaux non électriques, tels que:
- travail de construction;
- échafaudage;
- installation et utilisation d'équipement de levage, de machines de génie civil, élévateurs et échelles de pompier;
- travaux d'installation;
- travaux de transport;
- travaux de peinture et de rénovation;
- mise en place d'autres équipements et d'équipements de construction,

les distances indiquées au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1* et données par la *section 2.4.1.* concernant le volume d'accessibilité au toucher doivent être respectées.

La distance doit être déterminée en tenant compte de:
- la tension du réseau;
- la nature du travail;
- l'équipement à utiliser;
- le fait que les personnes concernées sont des personnes ordinaires.

Pour les lignes aériennes, on doit tenir compte de tous les mouvements possibles des lignes et de tous les mouvements, déplacements, balancements, fouettements ou chutes possibles de l'équipement utilisé pour effectuer le travail.

Section 9.3.5. Travaux d'entretien

Sous-section 9.3.5.1. Généralités

Le but de l'entretien, est de conserver l'installation électrique en bon état de fonctionnement. L'entretien peut consister en «entretien préventif» qui est réalisé systématiquement dans l'intention de prévenir les pannes ou «entretien correctif» qui est réalisé pour réparer ou remplacer des parties défectueuses.

Il y a deux types de travail d'entretien:
- travail au cours duquel la sécurité du personnel d'entretien est compromise, ce qui requiert l'application de la procédure de travail décrite à la *section 9.3.4.*;
- travail pour lequel la conception de l'équipement permet l'exécution de l'entretien en toute sécurité suivant les procédures de travail décrites à la *sous-section 9.3.5.4.* (par exemple remplacement de fusibles ou lampes d'éclairage).

Sous-section 9.3.5.2. Personnel

Tous les travaux d'entretien sont soumis à l'accord du chargé de l'installation avant leur exécution.

Quand des travaux d'entretien sont effectués sur une installation électrique:
- la partie de l'installation concernée doit être clairement définie;
- la personne chargée de l'entretien doit être désignée.

Si nécessaire, les prescriptions pour le travail hors tension, le travail sous tension ou le travail au voisinage de pièces sous tension seront appliquées.

Le personnel d'entretien qui effectue le travail doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5). Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les moyens de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure, ...) doivent être appropriés pour cette application.

Toutes les mesures de sécurité doivent être prises y compris celles nécessaires à la protection de personnes et des biens.

Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation

Le travail de réparation peut comprendre entre autres les étapes suivantes:
- la détection et localisation du défaut;
- élimination de défauts et/ou remplacements de composants;
- remise en service de la partie réparée de l'installation.

Il peut être nécessaire d'appliquer des procédures de travail différentes lors de chaque étape.

Des procédures de travail spécifiques doivent être appliquées pour la détection et la localisation des défauts sur une installation sous tension ou pendant l'application de tensions d'essai, basées sur les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

L'élimination des défauts doit être réalisée conformément aux procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

Des essais et des réglages appropriés doivent être exécutés pour assurer que les parties réparées de l'installation sont aptes à être réalimentées.

Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement

a. Remplacement d'éléments fusibles

Normalement, le remplacement d'éléments fusibles doit s'effectuer hors tension.

Si le fusible est fixé de façon à protéger la personne contre les contacts directs et d'éviter les courts-circuits, le remplacement peut être réalisé sans vérifier l'absence de tension et par une personne ordinaire.

b. Remplacement de lampes et accessoires

Normalement, le remplacement de lampes et d'accessoires démontables (par exemple des starters) doit s'effectuer hors tension.

Le remplacement d'accessoires non démontables doit être effectué en appliquant les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.* On doit vérifier que les pièces de rechange utilisées sont appropriées à l'équipement à entretenir.

Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire

En cas d'interruption temporaire du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux doit prendre toutes les mesures nécessaires pour empêcher l'accès aux pièces sous tension et toute manœuvre non autorisée de l'installation électrique.

Si nécessaire la personne désignée chargée de l'installation électrique doit être informée.

Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation

A la fin du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux d'entretien doit remettre l'installation à la personne désignée chargée de l'installation et doit lui indiquer par message dans quel état elle se trouve lors du transfert.

Section 9.3.6. Précautions particulières

Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains

a. Précautions à observer lors de travaux dans la zone de voisinage des lignes aériennes

Les travaux effectués dans la zone de voisinage d'une ligne aérienne à «conducteurs nus ou assimilés» sont soumis aux prescriptions des *sections 9.3.1.* à *9.3.5.* et à l'autorisation écrite préalable du gestionnaire de la ligne qui informera le demandeur des risques spécifiques et des éventuelles mesures de sécurité à prendre.

En outre, il y a lieu de tenir compte de l'état le plus défavorable de la ligne lors de la détermination de la zone de voisinage.

b. Précautions à observer lors de travaux dans le voisinage de câbles électriques souterrains

b.1. Principe

Aucun travail de terrassement, de pavage ou autre ne peut être entrepris dans le voisinage d'un câble électrique souterrain sans consultation préalable du propriétaire du sol, de l'autorité qui a la gestion de la voie publique éventuellement empruntée et du gestionnaire du câble. La présence ou l'absence des repères, comme prévus au *point d.* de la *sous-section 5.2.9.2.* et à la *section 9.1.5.* ne dispense pas de cette consultation.

Outre cette consultation, l'exécution proprement dite d'un travail ne peut être commencée qu'après avoir procédé à la localisation des câbles.

b.2. Cas d'urgence

Les dispositions du *point b.1.*, alinéa 1er ne sont pas obligatoires si la continuité du service requiert l'urgente exécution de travaux. Seule subsiste, même si la consultation n'a pu avoir lieu, la prescription relative à la localisation préalable des câbles.

b.3. Utilisation de machines et d'engins mécaniques de terrassement

Il ne peut être fait usage de machines ou engins mécaniques dans un gabarit limité par deux surfaces verticales encadrant le câble à 50 cm de distance sans que l'entrepreneur et le gestionnaire du câble ne s'accordent au préalable sur les conditions à observer.

Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation

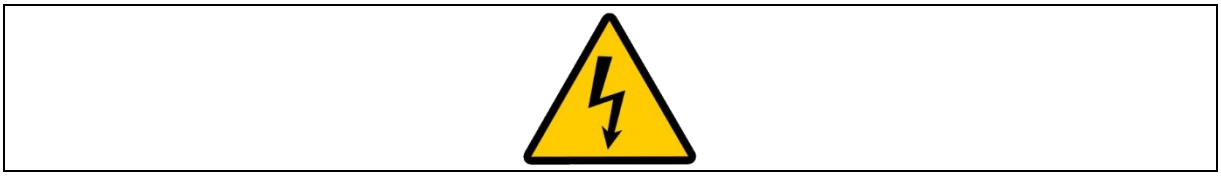
Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques

Un ou plusieurs panneaux d'avertissement signalent:
- les lieux non fermés de service électrique;
- les lieux fermés de service électrique;
- les installations, machines, appareils et canalisations électriques à basse tension et à très basse tension qui, en dehors des deux cas précités, ne sont pas complètement protégés contre les contacts directs;
- les ensembles de manœuvre et de répartition, machines, appareils et canalisations électriques à haute tension qui se trouvent dans des lieux ordinaires.

Toutefois, un tel panneau d'avertissement n'est pas obligatoire pour les lignes électriques aériennes et souterraines et leurs accessoires.

Les panneaux d'avertissement ont la forme d'un triangle équilatéral posé sur un côté. Ils sont bordés d'une bande noire et portent en leur centre un éclair noir sur fond jaune, conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.1. Panneau d'avertissement



Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction

Un panneau d'interdiction est placé sur certains appareils, machines et canalisations électriques ou sur les portes qui y donnent accès, dont le contact ou l'approche peut être dangereux même si un tel danger n'apparaît pas à première vue (par exemple condensateurs restant chargés après leur déconnexion du réseau, installations commandées à distance...).

Les panneaux d'interdiction sont circulaires et comportent en bordure et en diagonale, une bande rouge et au centre sur fond blanc le symbole noir se composant d'un trait représentant une pièce sous tension, un éclair et une silhouette d'homme conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.2. Panneau d'interdiction

Section 9.4.3. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation

L'emplacement et les dimensions de tous ces panneaux sont choisis en tenant compte d'une part des dimensions de l'installation, de la machine, de l'appareil et de la canalisation électrique sur lesquels ils sont placés et d'autre part de la distance usuelle d'observation appropriée.

Chapitre 9.5. Interdictions

A l'exception des cas prévus au *chapitre 9.3.*, il est interdit:
- de supprimer, d'altérer ou de détruire la protection contre les chocs électriques par contacts directs ou par contacts indirects;
- de toucher sans nécessité les parties actives sous tension du matériel électrique à moins qu'il ne s'agisse de matériel à très basse tension de sécurité dont la tension est inférieure ou égale aux valeurs mentionnées à la *sous-section 4.2.2.2.*;
- de supprimer, d'altérer ou de détruire tout système de protection de l'installation électrique.

Vu pour être annexé à notre arrêté du rendant obligatoire le Livre 1 sur les installations électriques à basse tension et à très basse tension, le Livre 2 sur les installations électriques à haute tension et le Livre 3 sur les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique.

Par le Roi :
Le Ministre de l'Emploi,

K. PEETERS

La Ministre de l'Energie,

M.C. MARGHEM

ANNEXE 2. LIVRE 2 INSTALLATIONS À HAUTE TENSION

Tension alternative > 1000 V

Tension continue (non lisse et lisse) > 1500 V

SOMMAIRE

ANNEXE 2. LIVRE 2 INSTALLATIONS À HAUTE TENSION 1
Aperçu des figures iii
Aperçu des tableaux v
Partie 1. Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques 1
Chapitre 1.1. Introduction 3
Chapitre 1.2. Domaine d'application 3
Chapitre 1.3. Objectif 3
Chapitre 1.4. Principes fondamentaux 4
Chapitre 1.5. Limites des installations 4
Partie 2. Termes et définitions 5
Chapitre 2.1. Introduction 7
Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations 7
Chapitre 2.3. Tensions 8
Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques 9
Chapitre 2.5. Mises à la terre 14
Chapitre 2.6. Circuits électriques 18
Chapitre 2.7. Canalisations 19
Chapitre 2.8. Matériel 22
Chapitre 2.9. Sectionnement et commande 22
Chapitre 2.10. Influence externes 23
Chapitre 2.11. Travaux et vérification 28
Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques 31
Partie 3. Détermination des caractéristiques générales des installations électriques 33
Chapitre 3.1. Généralités 35
Chapitre 3.2. Alimentation et structures 37
Chapitre 3.3. Compatibilité 38
Chapitre 3.4. Installations de sécurité 38
Chapitre 3.5. Installations critiques 39
Partie 4. Mesures de protection 41
Chapitre 4.1. Introduction 43
Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques 43
Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques 55
Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités 63
Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions 65
Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets 65
Partie 5. Choix et mise en œuvre du matériel 67
Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels 71
Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations 72
Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance) 82
Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles 90
Partie 6. Contrôles des installations 99
Chapitre 6.1. Introduction 100
Chapitre 6.2. Domaine d'application 100
Chapitre 6.3. Organismes agréés 100
Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage 104
Chapitre 6.5. Visites de contrôle 105
Partie 7. Règles pour les installations et emplacements spéciaux 108
Chapitre 7.1. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive 109
Partie 8. Prescriptions particulières relatives aux installations électriques existantes 117

Chapitre 8.1. Introduction 119
Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques existantes 119
Chapitre 8.3. Visites de contrôle d'une ancienne installation électrique existante dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 121
Partie 9. Prescriptions générales à observer par les personnes 123
Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant 125
Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5 127
Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques..... 128
Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation 136
Chapitre 9.5. Interdictions..... 137

Aperçu des figures

Figure 2.1. Tension de contact admissible U_{Tp} en fonction de la durée du courant de défaut 11
Figure 2.2. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement 12
Figure 2.3. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel 12
Figure 2.4. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 12
Figure 2.5. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 12
Figure 2.6. Exemple montrant la variation du potentiel de surface et les tensions lorsque des courants circulent dans les prises de terre 16
Figure 2.7. Résistance de terre R_E 16
Figure 2.8. Impédance de terre Z_E 17
Figure 2.9. Schéma équivalent de l'impédance de terre Z_E 17
Figure 2.10. Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB} 17
Figure 2.11. Schéma équivalent de l'impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB} 18
Figure 2.12. Mode de pose «bloc alvéolé» 20
Figure 2.13. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol» 20
Figure 2.14. Mode de pose «chemin de câbles» 20
Figure 2.15. Mode de pose «conduit» 21
Figure 2.16. Mode de pose «goulotte» 21
Figure 2.17. Mode de pose «corbeau» 21
Figure 2.18. Mode de pose «gouttière» 21
Figure 2.19. Mode de pose «tablette» 22
Figure 2.20. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage 29
Figure 2.21. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant 29
Figure 2.22. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre 30
Figure 4.1. Distances minimales pour la protection au moyen d'obstacles 46
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes 73
Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement 73
Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique 73
Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux 73
Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles 74
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux 74
Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés 74
Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés 74
Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable 74
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Sous conduits à l'air libre 75
Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés 75
Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés 75
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte 75
Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière 75
Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles 76
Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés 76
Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau 76
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs 76

Figure 5.19. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section circulaire en fonction de leur section (A en mm^2) 92
Figure 5.20. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section rectangulaire en fonction du produit de la section et du périmètre (A x s) 93
Figure 9.1. Panneau d'avertissement 137
Figure 9.2. Panneau d'interdiction 137

Aperçu des tableaux

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif 9
Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu 9
Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L 14
Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ 14
Tableau 2.5. Catégories d'influences externes 23
Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA) 23
Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières 23
Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD) 24
Tableau 2.9.Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE) 24
Tableau 2.10. Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 24
Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 25
Tableau 2.12. Inflluences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 25
Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 25
Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN) 26
Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA) 26
Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB) 26
Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 27
Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) 27
Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 27
Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA) 28
Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments 28
Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V 30
Tableau 4.1. Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre 55
Tableau 4.2. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher 56
Tableau 4.3. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 58
Tableau 4.4. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 59
Tableau 4.5. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu 60
Tableau 4.6. Lieux 62
visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa 62
Tableau 5.1. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante 82
Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante 82
Tableau 5.3. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD) 82
Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 83
Tableau 5.5. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA) 84
Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB) 85
Tableau 5.7. Valeurs des constantes ß et k pour certains matériaux 91
Tableau 5.8. Températures maximales admissibles en fonction du matériau 91
Tableau 5.9. Facteur de correction en fonction de la température finale 93
Tableau 5.10. Dimensions minimales des électrodes de terre en fonction des matériaux utilisés en rapport avec leur résistance aux influences mécaniques et corrosives 94
Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques 127

Partie 1. Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques

CHAPITRE 1.1. INTRODUCTION **3**

CHAPITRE 1.2. DOMAINE D'APPLICATION **3**

Section 1.2.1. Régime général **3**

Section 1.2.2. Exceptions **3**

CHAPITRE 1.3. OBJECTIF **3**

CHAPITRE 1.4. PRINCIPES FONDAMENTAUX **4**

Section 1.4.1. Installations électriques **4**

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale 4

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes 4

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien 4

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications 4

Section 1.4.2. Matériel électrique **4**

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr 4

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications 4

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes 4

CHAPITRE 1.5. LIMITES DES INSTALLATIONS **4**

Chapitre 1.1. Introduction

Le Livre 2 concerne les installations électriques à haute tension.

Ce Livre est divisé en:
- Partie x.
- Chapitre x.x.
- Section x.x.x.
- Sous-section x.x.x.x.

On entend dans le présent Livre par:

- **Livre 1:** livre concernant *les installations à basse tension et à très basse tension.*
- **Livre 3:** livre concernant *les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique.*

Chapitre 1.2. Domaine d'application

Section 1.2.1. Régime général

Les prescriptions faisant l'objet du présent Livre sont applicables à toutes les installations électriques à haute tension servant à la production, à la transformation, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique pour autant que la fréquence nominale du courant ne dépasse pas 10.000 Hz.

Section 1.2.2. Exceptions

Les prescriptions de ce Livre ne s'appliquent pas:
- aux appareils d'utilisation à haute tension, alimentés à partir d'un réseau à basse tension et dont la puissance de la partie haute tension n'excède pas 500 VA. Ceux-ci sont considérés comme appartenant à l'installation à basse tension, de sorte que les dispositions en vigueur pour les installations à basse tension et à très basse tension leur sont également applicables. Toutefois pour les lampes à décharges des enseignes lumineuses, la limite de 500 VA est réduite à 200 VA;
- aux installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux, ainsi qu'à leurs installations auxiliaires, y compris le raccordement à ce réseau et les installations de comptage associées;
- aux installations fixes qui servent à la traction électrique proprement dite des chemins de fer, des métros, des tramways et des trolleybus et à celles qui servent à l'équipement électrique de leur matériel roulant. Ne sont pas considérées comme installations servant à la traction proprement dite: les centrales, les sous-stations et les lignes de transport d'énergie qui relient les centrales aux sous-stations de traction;
- aux installations créées ou exploitées par l'autorité militaire;
- aux installations de signalisation des Chemins de fer Belges;
- aux installations des navires de mer, bateaux de pêche et bateaux de navigation intérieure;
- aux installations des appareils de navigation aérienne, y compris les installations au sol y afférentes et appartenant à Belgocontrol, pour autant qu'elles ne soient pas installées en dehors des limites des aéroports sur des terrains appartenant à des tiers;
- aux installations souterraines et aux installations superficielles y assimilées qui font l'objet des lois et règlements en vigueur dans les mines, minières et carrières souterraines pour autant qu'il n'y ait pas de stipulation contraire.

Chapitre 1.3. Objectif

Le présent Livre a pour objectif de définir des prescriptions relatives au choix du matériel, à la réalisation, à la protection, à l'utilisation et au contrôle des installations électriques à haute tension afin d'en assurer un niveau minimum de sécurité.

Chapitre 1.4. Principes fondamentaux

Section 1.4.1. Installations électriques

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale

Les installations électriques sont, dans toutes leurs parties, conçues et réalisées en fonction de leur tension nominale.

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes

Les normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN dans les cas où elles existent et toutes dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent sont considérées comme des règles de l'art.

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien

Les installations électriques sont réalisées:
- avec du matériel électrique sûr;
- de manière conforme à leur destination;
- de manière à pouvoir être entretenues correctement dans toutes leurs parties constitutives,

et ce conformément aux dispositions du présent Livre et aux règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Les installations ainsi réalisées ne compromettent pas, en cas d'entretien correctement exécuté et en cas d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications des installations électriques sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Section 1.4.2. Matériel électrique

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr

Ne sont mis en œuvre dans une installation électrique que des machines, appareils et canalisations électriques sûrs, c'est-à-dire qui sont construits conformément aux règles de l'art et ne compromettent pas, en cas d'installation et d'entretien non défectueux et d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications du matériel électrique sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent rendre obligatoire par arrêté et chacun en ce qui le concerne, toute norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou toute disposition qui assure un niveau de sécurité au moins équivalent relative au matériel et à l'installation électriques.

Le matériel électrique doit au moins répondre aux critères repris à la *section 5.1.3.*

Chapitre 1.5. Limites des installations

On considère les bornes basse tension du transformateur haute tension/basse tension comme limite de l'installation à haute tension.

Nonobstant les règlements techniques régionaux pour la gestion des réseaux de distribution d'électricité, on considère la limite de l'installation pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérée par les gestionnaires de réseaux comme étant la limite d'exploitation entre le gestionnaire de réseau et l'utilisateur du réseau tel que déterminée dans le contrat de raccordement ou dans le règlement de raccordement.

Partie 2. Termes et définitions

CHAPITRE 2.1. INTRODUCTION 7
CHAPITRE 2.2. CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS 7
Section 2.2.1. Caractéristiques générales 7
Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux 7
Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre 7
Section 2.2.2. Grandeurs et unités 8
Section 2.2.3. Installations diverses 8
CHAPITRE 2.3. TENSIONS 8
Section 2.3.1. Termes généraux 8
Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif 9
Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu 9
CHAPITRE 2.4. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 9
Section 2.4.1. Termes généraux 9
Section 2.4.2. Isolations 14
CHAPITRE 2.5. MISES À LA TERRE 14
CHAPITRE 2.6. CIRCUITS ÉLECTRIQUES 18
Section 2.6.1. Termes généraux 18
Section 2.6.2. Courants 18
Section 2.6.3. Caractéristiques des dispositifs de protection 19
CHAPITRE 2.7. CANALISATIONS 19
Section 2.7.1. Termes généraux 19
Section 2.7.2. Modes de pose 20
CHAPITRE 2.8. MATÉRIEL 22
CHAPITRE 2.9. SECTIONNEMENT ET COMMANDE 22
CHAPITRE 2.10. INFLUENCE EXTERNES 23
Section 2.10.1. Généralités 23
Section 2.10.2. Température ambiante (AA) 23
Section 2.10.3. Présence d'eau (AD) 23
Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE) 24
Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 24
Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) 25
Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 25
Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 25
Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 25
Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN) 26
Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA) 26
Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB) 26
Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 26
Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) 27
Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 27
Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA) 28
Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB) 28
CHAPITRE 2.11. TRAVAUX ET VÉRIFICATION 28
Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques 28
Section 2.11.2. Vérification des installations électriques 31
CHAPITRE 2.12. SCHEMAS, PLANS ET DOCUMENTS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES 31

Chapitre 2.1. Introduction

Les définitions de différents termes techniques sont données dans cette partie dans la mesure où ces termes sont généraux.

Toutes ces définitions sont d'application dans la suite de ce Livre.

D'autres définitions, celles de termes qui sont d'application spécifique à une partie du Livre, sont reprises dans la partie concernée.

Sauf stipulations contraires, les indications relatives à la tension du présent Livre sont applicables au courant continu et au courant alternatif.

Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations

Section 2.2.1. Caractéristiques générales

Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux

Local: un lieu couvert délimité par des cloisons, à savoir par un sol, des parois et un plafond jointifs; ces cloisons sont pleines ou ne présentent que des ouvertures qui ne permettent pas le passage d'un long fil rectiligne de 1 mm de diamètre.

Installation électrique: un ensemble constitué par des machines, appareils et canalisations électriques.

Installation fixe (appelée aussi installation permanente): installation qui ne répond ni à la définition d'une installation temporaire, ni à la définition d'une installation mobile ou transportable.

Installation temporaire: installation qui a seulement une durée limitée comme:
- soit une installation destinée à des aménagements de durée limitée, sortant du domaine d'application prévu des lieux soit une installation se répétant régulièrement;
- soit une installation destinée à l'exécution de travaux de construction de bâtiments et analogues.

Installation mobile ou transportable: installation qui peut être déplacée, hors ou sous tension, soit par ses propres moyens soit par l'utilisateur.

Emplacement: un lieu non nécessairement couvert et non nécessairement délimité par des cloisons ou par des clôtures.

Emplacement clôturé: un lieu non nécessairement couvert délimité soit par une ou des cloisons, soit par un ou des obstacles servant à enclore un espace.

Lieu du service électrique: soit un local, soit un emplacement clôturé qui sert essentiellement ou exclusivement à l'exploitation des installations électriques.

Emplacements de service: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire pour l'exploitation des installations électriques (par exemple, surveillance, manœuvre, réglage, commande...).

Emplacements d'entretien: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire, principalement en vue de l'entretien normal des installations électriques (par exemple, remplacement de coupe-circuit à fusibles, maintien en bon état de fonctionnement...).

Ouverture fonctionnelle: ouverture qui rend possible la fonction que le local ou l'emplacement clôturé doit remplir; il s'agit notamment des portes d'accès, ouvertures d'aération, ouvertures de passage de canalisations, de dispositifs mécaniques de commande...

Lieu ordinaire: soit un local, soit un emplacement qui n'est pas un lieu du service électrique.

Fonctionnement normal: une situation où les installations électriques et non-électriques sont utilisées conformément à leurs paramètres de conception.

Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre

Les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent déterminer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les définitions des schémas de mise à la terre pour les installations à haute tension.

Section 2.2.2. Grandeurs et unités

Sont applicables, dans ce Livre, les unités et symboles définis par l'arrêté royal du 4 octobre 1977 modifiant l'arrêté royal du 14 septembre 1970 portant mise en vigueur partielle de la loi du 16 juin 1970 sur les unités, étalons et instruments de mesure et fixant les unités de mesures légales et les étalons et les mesures nécessaires à la reproduction de ces unités.

Valeur nominale: valeur utilisée pour dénommer un matériel par une grandeur qui le caractérise (intensité, tension...). Cette grandeur est généralement voisine de la valeur assignée de ce matériel.

Valeur assignée: valeur d'une grandeur, fixée généralement par le constructeur pour un fonctionnement spécifié d'un composant d'un dispositif ou d'un matériel.

Valeur efficace: pour une grandeur dépendant du temps, il s'agit de la racine carrée positive de la valeur moyenne du carré de la grandeur sur l'intervalle du temps donné (nommée aussi valeur rms – *root mean square*).

Taux d'ondulation efficace d'un courant ou d'une tension: rapport de la valeur efficace de la composante périodique du courant ou de la tension à la valeur absolue de leur composante continue.

Intégrale de Joule: intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Section 2.2.3. Installations diverses

Consommateur de sécurité: équipement ou système qui, pour des raisons de sécurité des personnes, doit rester en service pendant une durée déterminée.

Installation de sécurité: installation électrique composée de l'alimentation de sécurité et du consommateur de sécurité.

Alimentation de sécurité: alimentation prévue pour garantir le maintien de la fonction de consommateurs de sécurité. Elle est composée de la source de sécurité et du circuit de sécurité.

Source de sécurité: source électrique faisant partie de l'alimentation de sécurité.

Consommateur critique: équipement ou système pour lequel le maintien de la fonction est requis pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes.

Installation critique: installation électrique composée du consommateur critique, de son circuit et de sa source de remplacement éventuelle.

Source de remplacement: source électrique prévue pour garantir, pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes, l'alimentation d'une installation électrique ou des parties de celle-ci ou d'un appareil, en cas d'interruption de la source normale. Elle peut servir à alimenter des installations critiques.

Consommateur à sécurité positive: un consommateur dont la fonction de sécurité reste maintenue dans le temps en cas de perte de l'alimentation normale. Exemple d'un consommateur à sécurité positive: une porte coupe-feu maintenue par électroaimant en position ouverte et se fermant mécaniquement et automatiquement en cas de perte de l'alimentation.

Source normale: source électrique principale d'une installation électrique dans des conditions de fonctionnement normal.

Chapitre 2.3. Tensions

Section 2.3.1. Termes généraux

Tension nominale du matériel électrique: tension qui figure dans la désignation d'un matériel électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de ce matériel.

Tension nominale d'une installation électrique: tension qui figure dans la désignation d'une installation électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de cette installation. Cette valeur ne tient pas compte des surtensions transitoires dues, par exemple, à des manœuvres, ni des variations temporaires anormales de la tension dues, par exemple, à des défauts dans le réseau d'alimentation.

Tension périodique: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Tension alternative: tension périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, toute tension qui au cours de chaque période change de signe.

Tension continue: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à chaque instant ou tension périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Haute tension (HT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif

Pour les tensions alternatives, les tensions considérées sont exprimées en valeurs efficaces.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.1.*

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif

		Domaines de tension en courant alternatif (V)
Très basse tension		$U \leq 50$
Basse tension	1ère catégorie	$50 < U \leq 500$
	2e catégorie	$500 < U \leq 1000$
Haute tension	1ère catégorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e catégorie	$U > 50000$

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu

Les tensions continues sont exprimées en valeurs moyennes.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.2.*

Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu

		Domaines de tension (V)	
		en courant continu non lisse	***en courant continu lisse***
Très basse tension		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Basse tension	1ère catégorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e catégorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Haute tension		$U > 1500$	

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques

Section 2.4.1. Termes généraux

Choc électrique: effet physiopathologique résultant du passage d'un courant électrique dans le corps humain.

Contacts directs: contacts des personnes avec les parties actives du matériel électrique.

Contacts indirects: contacts des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension.

Courant de choc: courant qui traverse le corps humain et qui provoque un choc électrique.

Conducteur actif: un conducteur affecté à la transmission de l'énergie électrique. Sont couverts par cette définition: le conducteur neutre en courant alternatif et le compensateur en courant continu.

Parties actives: les conducteurs et pièces conductrices du matériel électrique susceptibles de se trouver sous tension en service normal ainsi que les pièces conductrices raccordées directement au conducteur neutre en courant alternatif ou au compensateur en courant continu.

Parties et pièces simultanément accessibles: les conducteurs ou parties conductrices nus qui peuvent être touchés simultanément par une personne, c'est-à-dire qui sont à une distance donnée en mètres par la formule suivante:

$$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$$

avec un minimum de 2,50 m. U_N étant la tension nominale donnée en kV, entre ces parties et pièces.

Les parties et pièces simultanément accessibles peuvent être:
- des parties actives;
- des masses;
- des éléments conducteurs étrangers à l'installation électrique;
- des conducteurs de protection, des conducteurs d'équipotentialité;
- des prises de terre;
- la terre et les sols conducteurs.

Partie intermédiaire: la partie inaccessible et conductrice du matériel électrique qui n'est pas sous tension en service normal mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Masse: partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Le terme de *masse* désigne essentiellement les parties métalliques accessibles des matériels électriques, normalement isolées des parties actives mais susceptibles d'être mises accidentellement en liaison électrique avec des parties actives par suite d'une défaillance des dispositions prises pour assurer leur isolation; cette défaillance peut résulter de la mise en défaut de l'isolation principale ou des dispositifs de fixation ou de protection.

Les masses comprennent notamment:
- les parties métalliques accessibles des matériels électriques, séparées des parties actives par une isolation principale seulement;
- les éléments conducteurs étrangers qui sont en liaison électrique ou en contact avec la surface extérieure conductrice ou isolante d'un matériel électrique, qui ne comporte qu'une isolation principale.

Il en est ainsi notamment pour les huisseries métalliques utilisées pour le passage des canalisations électriques, servant de support aux appareils électriques à isolation principale ou placées au contact de l'enveloppe extérieure de ces appareils.

Il résulte également de la définition de la masse que les parties métalliques accessibles des matériels électriques, les armures métalliques des câbles, certains conduits métalliques sont des masses.

Le terme de *masse* désigne également tout objet métallique en liaison électrique ou en contact, par suite de dispositions volontaires ou par état de fait, avec la surface extérieure des matériels électriques à isolation principale.

Par extension, il y a lieu de considérer comme masse tout objet métallique situé à proximité de parties actives non isolées et présentant un risque appréciable de se trouver en liaison électrique avec ces parties actives, par suite de défaillance des moyens de fixation (telles que desserrage de connexion, rupture de conducteur...).

Eléments conducteurs étrangers à l'installation électrique (en abrégé: éléments conducteurs étrangers): parties conductrices ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptibles de propager un potentiel, y compris le potentiel de la terre.

Ces éléments conducteurs étrangers sont notamment:
- les éléments métalliques utilisés dans la construction des bâtiments;
- les canalisations métalliques de gaz, eau, chauffage... et les appareils non électriques qui leur sont reliés;
- les sols et parois non isolants.

Défaut: liaison électrique accidentelle entre deux points de potentiels différents. Le défaut peut être franc ou présenter une impédance.

Impédance de la boucle de défaut: impédance totale offerte au passage du courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut: le courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut à la terre: le courant de défaut qui s'écoule à la terre.

Courant de fuite: le courant qui s'écoule dans un circuit électriquement sain vers la terre ou vers des éléments conducteurs étrangers.

Tension de défaut: la tension qui apparaît, lors d'un défaut d'isolement, entre une masse et un point dont le potentiel n'est pas modifié par la mise sous tension de la masse.

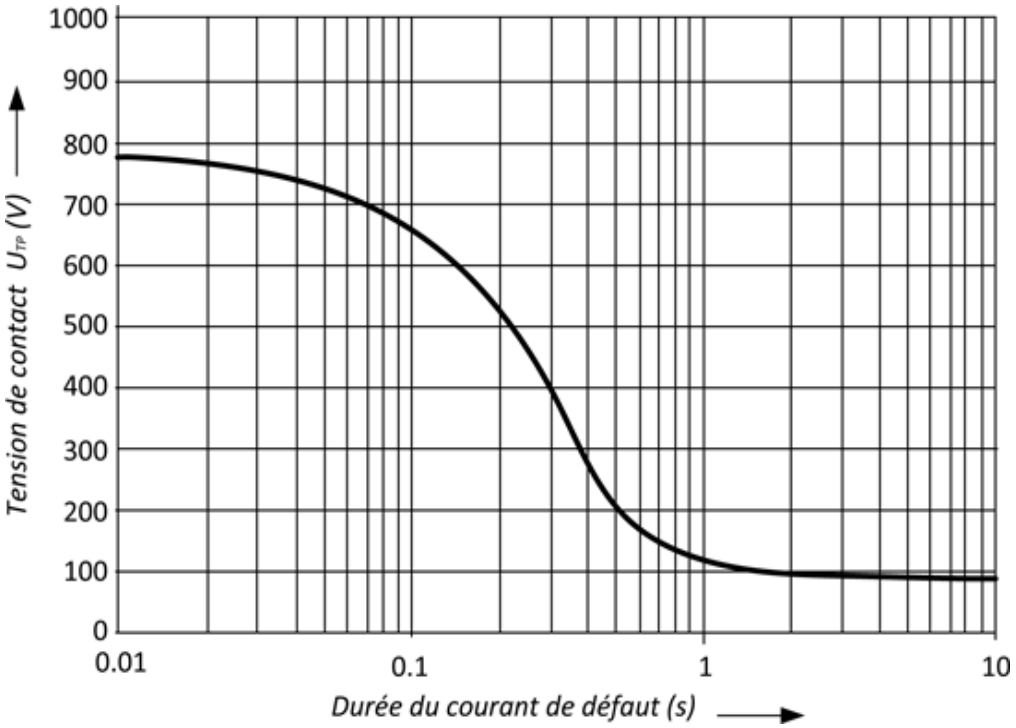
Tension de contact: dans le cadre de la protection contre les contacts indirects, la tension qui existe ou peut apparaître, lors d'un défaut d'isolement, entre des parties simultanément accessibles, à l'exception des parties actives.

Tension de contact par rapport à la terre U_T: partie de l'élévation du potentiel de terre U_E qui peut être appliquée à une personne, le courant traversant le corps humain entre les mains et les pieds (distance horizontale de 1 m entre les pieds et la masse touchée).

Tension de contact admissible U_{TP}: valeur limite admissible de la tension de contact en fonction de la durée du courant de défaut.

Ces limites sont définies par la courbe de sécurité de la *figure 2.1.* pour les installations accessibles uniquement à des personnes BA4 ou BA5.

Figure 2.1. Tension de contact admissible U_{Tp} en fonction de la durée du courant de défaut



Note 1: cette courbe concerne les défauts de terre dans les installations à haute tension
Note 2: si la durée de passage du courant est plus grande que 10 s, une valeur de 75 V peut être utilisée pour U_{TP}

Pour tous les autres cas, ces limites sont définies par les courbes de sécurité du *tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$.*

Tension de pas U_S: partie de l'élévation du potentiel de terre U_E qui peut être appliquée à une personne ayant une longueur de pas de 1 m, lorsque le courant traverse le corps humain de pied à pied.

Différences de potentiel dangereuses: les différences de potentiel dangereuses sont celles qui peuvent provoquer des tensions de contact dépassant la valeur admissible U_{TP}.

Tension de contact transférée U_{TT}: valeur de la tension de contact transférée par les parties métalliques de la gaine d'un câble ou par un conducteur de protection, si ceux-ci ne sont pas mis à la terre à l'extrémité éloignée.

Tension de contact transférée U_{TTE}: valeur de la tension de contact transférée par les parties métalliques de la gaine d'un câble ou par un conducteur de protection, si ceux-ci sont aussi mis à la terre à l'extrémité éloignée.

Surface de circulation: surface fixe sur laquelle des personnes se tiennent ou circulent en situation normale; cette surface est délimitée par sa disposition propre ou par un ou des éléments matériels.

Volume d'accessibilité au toucher (en abrégé: volume d'accessibilité): volume qui est situé autour d'une surface de circulation et qui est limité comme mentionné aux *figures 2.2.* à *2.5.*

Figure 2.2. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement

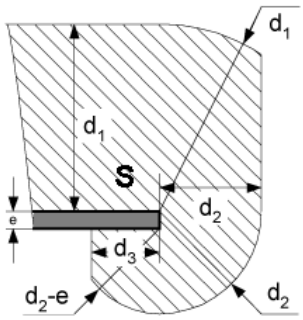
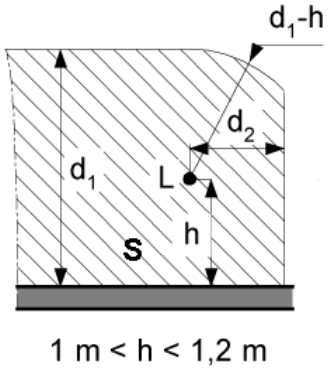


Figure 2.3. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel



L = élément matériel

Figure 2.4. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre

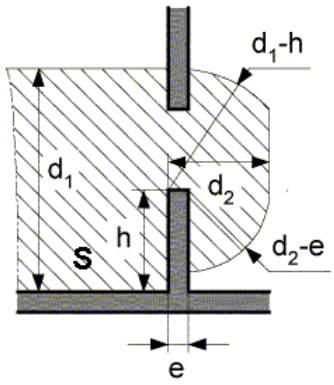
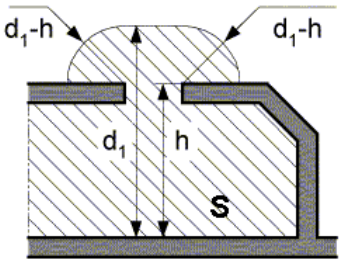


Figure 2.5. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre



S: surface de circulation

d_1, d_2, d_3: distances données en mètres par les formules suivantes:
$d_1 = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 2,5 m
$d_2 = 1{,}25 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 1,25 m
$d_3 = 0{,}75 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ avec minimum 0,75 m
où U_N, exprimé en kV, est la tension nominale de l'installation électrique.

Les surfaces de circulation ainsi que les éléments matériels dont la constitution est telle que les ouvertures qu'ils comportent ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre, limitent le volume d'accessibilité au toucher.

Serrure de sécurité: N'est pas considérée comme serrure de sécurité:
- des serrures qui peuvent être ouvertes avec une clé universelle;
- des serrures qui peuvent être ouvertes facilement avec l'aide d'un outil à main (pince, tournevis, …).

Exemples de serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité: serrure à double panneton, serrure à clé triangulaire, serrure à clé carrée, …

Sols et parois isolants: les sols et parois dont la résistance est suffisamment élevée pour limiter le courant de défaut à une valeur non dangereuse.

Sont considérés comme non isolants:
1. les sols et murs en béton armé sans autre revêtement;
2. les revêtements de sol en pierre, grès, ciment, en terre cuite ou en carreaux de céramique ou de ciment, posés directement sur une dalle de béton armé, sur des hourdis, du béton ou de la terre pleine;
3. les revêtements métalliques.

Sont considérés comme non conducteurs:
1. les parquets en bois;
2. les revêtements en caoutchouc non conducteur, en linoléum ou en matières plastiques;
3. les parois revêtues d'un enduit tel que du plâtre sec;
4. les murs secs en briques ou en carreaux de plâtre;
5. les tapis et moquettes sans élément métallique.

Des essais de résistance électrique déterminent la catégorie à laquelle ils appartiennent. En cas de doute, les parois et sols sont considérés comme conducteurs.

Degrés de protection procurés par les enveloppes: le degré de protection que procurent les enveloppes contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides de même que contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur des enveloppes est fixé par un code conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Ce code est composé des lettres *IP*, suivi de deux chiffres dont le premier désigne le degré de protection contre l'accès aux parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle et, en même temps, le degré de protection contre la pénétration de corps solides étrangers et le deuxième le degré de protection contre la pénétration de liquides.

Lorsqu'un de ces chiffres n'est pas défini, il est remplacé par la lettre *X*.

La protection contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle, est fixée par une lettre qui est séparée des chiffres par un tiret. Les lettres additionnelles ne sont utilisées que si la protection réelle contre le contact direct est plus élevée que celle qui est indiquée par le premier chiffre caractéristique ou si seule la protection contre l'accès aux parties actives est mentionnée.

Les lettres *A, B, C* et *D* concernent l'empêchement du contact avec les parties actives par un calibre de respectivement 50, 12, 2,5 et 1 mm de diamètre.

Degrés de protection procurés par les obstacles: le degré de protection concernant la protection contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides, de même que contre le contact direct avec des parties actives situées derrière les obstacles est fixé de façon analogue à celles des enveloppes (voir *ci-avant*).

Tensions limites conventionnelles:

a) Tension limite conventionnelle absolue (U_L)

La tension limite conventionnelle absolue (U_L) dépend de la résistance du corps humain qui est, notamment, fonction de l'état d'humidité de la peau.

On utilise, pour l'influence externe de l'humidité de la peau, un code composé des lettres BB suivies d'un chiffre allant de 1 à 3.

On définit ainsi conventionnellement trois états du corps humain en fonction de l'humidité de la peau et trois valeurs de tensions limites conventionnelles absolues, comme le mentionne le *tableau 2.3*.

Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L

Code	*Etat du corps humain*	*Tension limite conventionnelle absolue U_L en V*		
		Courant alternatif	*Courant continu non lisse*	*Courant continu lisse*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	50	75	120
BB2	Peau mouillée	25	36	60
BB3	Peau immergée dans l'eau	12	18	30

b) Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

La tension limite conventionnelle relative est une tension qui ne peut être maintenue à une valeur supérieure à la tension $U_L(t)$ pendant un temps supérieur au temps t mentionné au *tableau 2.4*.

Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

Temps de maintien maximal (t) en secondes	*Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en V*			
	BB1		*BB2*	
	Courant alternatif	*Courant continu*	*Courant alternatif*	*Courant continu*
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

La famille de courbes construites sur les valeurs de la tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en fonction du temps est dénommée *courbe de sécurité* dans la suite de ce Livre.

Section 2.4.2. Isolations

Isolation: l'ensemble des isolants (solides, liquides, gazeux) entrant dans la construction d'un matériel ou d'une installation électrique pour isoler les parties actives. L'isolation supporte une tension d'essai dont la valeur est fixée:

- soit dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes;
- soit par arrêté des Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail et ce, chacun en ce qui le concerne;
- soit de façon explicite au sein du présent Livre.

Chapitre 2.5. Mises à la terre

Installation de mise à la terre: ensemble comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Terre: terme désignant aussi bien la terre comme endroit que comme matériau conducteur, par exemple le type de sol, humus, terreau, sable, gravier ou rocher.

Electrode de terre: pièce conductrice enfouie dans le sol qui assure une liaison électrique avec la terre.

Partie utile de l'électrode de terre: partie de l'électrode de terre située en dessous de la limite de gel (60 cm sous la surface du sol).

Prise de terre: une ou plusieurs électrodes de terre qui sont interconnectées en permanence.

Prises de terre électriquement distinctes: prises de terre suffisamment éloignées les unes des autres pour que le courant maximal susceptible d'être écoulé par l'une d'entre elles ne modifie pas sensiblement le potentiel des autres.

Mise à la terre: connexion d'une partie active, d'une masse ou d'un élément conducteur étranger à une ou plusieurs prises de terre.

Installation de mise à la terre locale: ensemble d'étendue limitée, comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Mise à la terre globale: mise à la terre obtenue au moyen d'un ensemble d'installation de mises à la terre locales connectées entre elles par une liaison galvanique, comprenant éventuellement les câbles avec effet de terre.

Conducteur de protection: un conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les contacts indirects et reliant des masses, soit:
- à d'autres masses;
- à des éléments conducteurs étrangers;
- à une prise de terre;
- à un conducteur relié à la terre;
- à une partie active reliée à la terre.

Conducteur principal de protection: le conducteur auquel sont reliés d'une part le ou les conducteurs de terre, et d'autre part les conducteurs de protection des masses et, si nécessaire, ceux des éléments conducteurs étrangers et éventuellement le neutre.

Conducteur de terre: conducteur de protection reliant la borne de terre principale à la prise de terre, le sectionneur de terre éventuel étant considéré comme faisant partie dudit conducteur de terre.

Conducteur de terre du point neutre et/ou du conducteur neutre: conducteur reliant le point neutre et/ou un point du conducteur neutre à une prise de terre.

Borne principale de terre: borne de connexion du (des) conducteur(s) de terre, du ou des conducteurs principaux de protection et du (des) conducteur(s) principal(aux) d'équipotentialité.

Borne de terre ou borne de protection: borne de connexion du conducteur de protection d'un matériel électrique.

Zone équipotentielle: espace dans lequel, en cas de défaut dans une installation électrique, aucune différence de potentiel dangereuse ne peut apparaître.

Liaison équipotentielle: une liaison électrique spécialement destinée à mettre au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et/ou des éléments conducteurs étrangers.

Conducteur d'équipotentialité: conducteur servant à réaliser la liaison équipotentielle.

Câble avec effet de terre: conducteur nu ou partie métallique de la gaine d'un câble, qui par son contact avec la terre, se comporte comme une prise de terre.

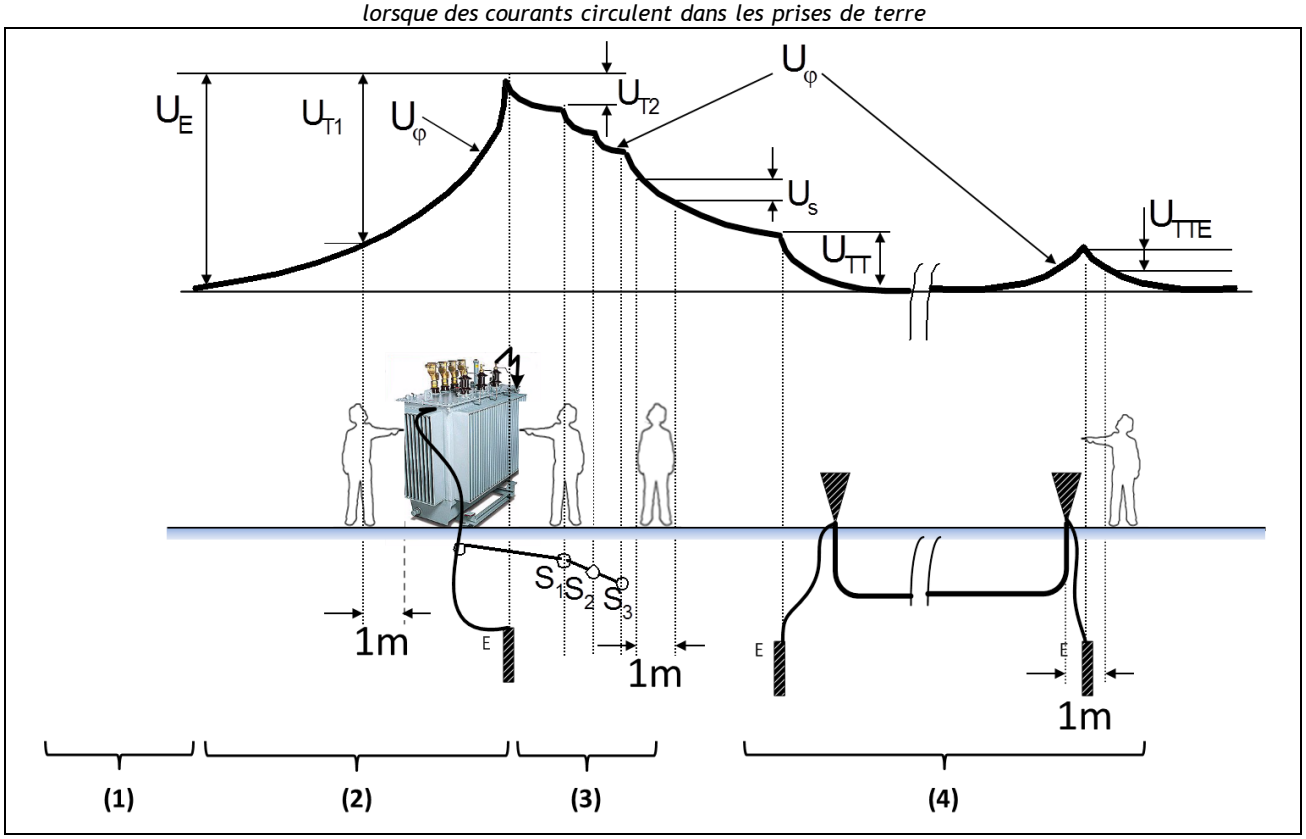
Elévation du potentiel de terre U_E: tension présente entre une installation de mise à la terre et la terre neutre (de référence) par suite d'un courant de défaut à la terre.

Potentiel de surface de la terre U_t: tension entre un point du sol et la terre neutre (de référence) qui résulte d'un courant de défaut.

Zone neutre ou terre neutre (de référence): partie de la terre située en dehors de la zone d'influence d'une prise de terre et dans laquelle, entre deux points quelconques, ne peut apparaître une différence de potentiel perceptible par suite d'un courant de défaut à la terre.

Zone de dispersion (d'une prise de terre): zone entourant la prise de terre et située en dehors de la zone neutre.

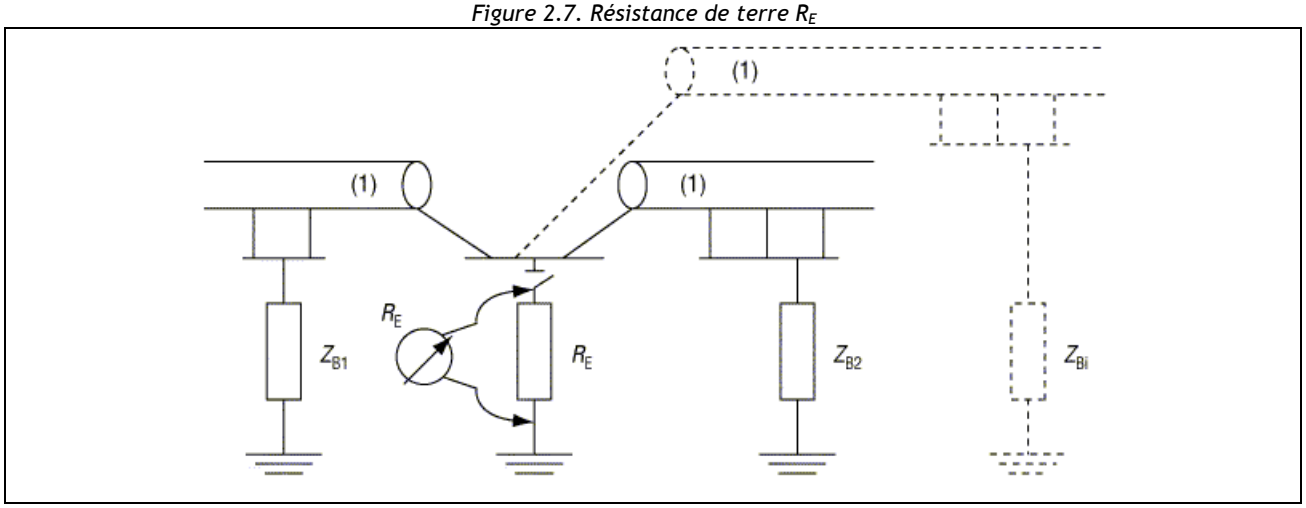
Figure 2.6. Exemple montrant la variation du potentiel de surface et les tensions lorsque des courants circulent dans les prises de terre



E prises de terre
S_1, S_2, S_3 prises de terre additionnelles permettant de limiter les différences de potentiel (par exemple, prises de terre en boucle reliées à la prise de terre E)
U_E élévation du potentiel de terre
U_S tension de pas
U_T tension de contact par rapport à la terre
U_φ potentiel de surface de la terre
(1) terre de référence (à distance suffisante)
(2) variation du potentiel de surface et des tensions sans fixation de potentiel
(3) variation du potentiel de surface et des tensions avec fixation de potentiel via S_1, S_2 et S_3…
(4) câble avec une gaine continue isolée qui comporte des parties métalliques ou un conducteur de protection. Ces derniers sont raccordés à la mise à la terre située dans une zone de dispersion de la prise de terre HT et sont ou non reliés à la terre à l'autre extrémité.

Résistance de terre R_E (résistance de dispersion d'une prise de terre): résistance entre la prise de terre et la terre de référence.

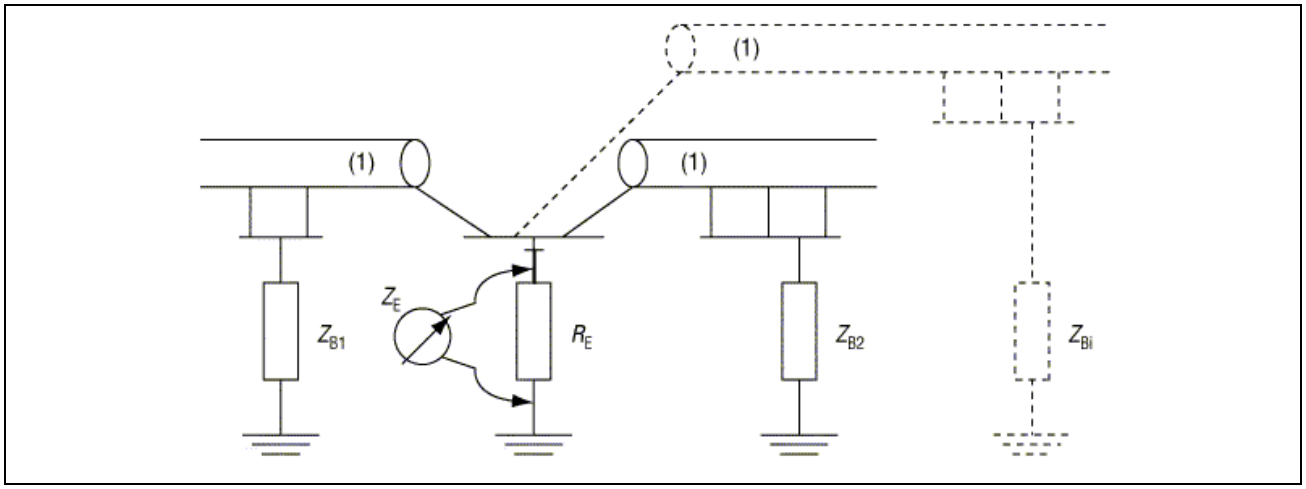
Figure 2.7. Résistance de terre R_E



(1) Câble HT

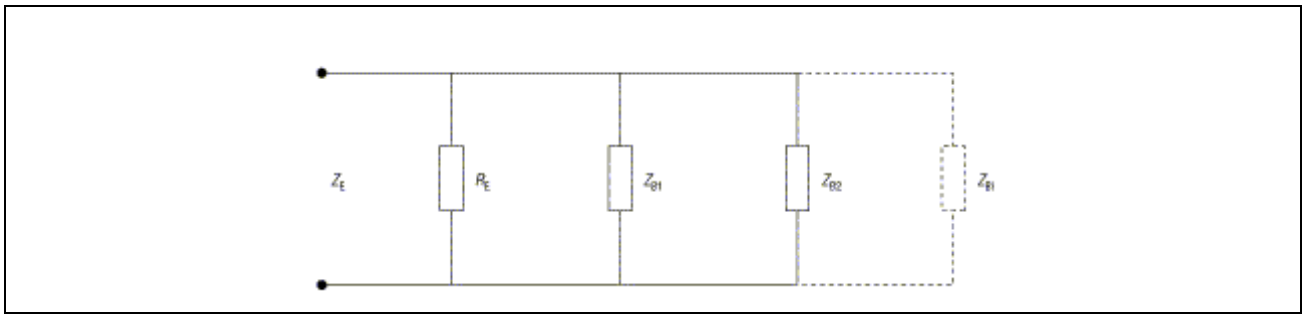
Impédance de terre Z_E: impédance entre l'installation de mise à la terre, éventuellement interconnectée avec d'autres installations de mise à la terre, et la terre de référence.

Figure 2.8. Impédance de terre Z_E



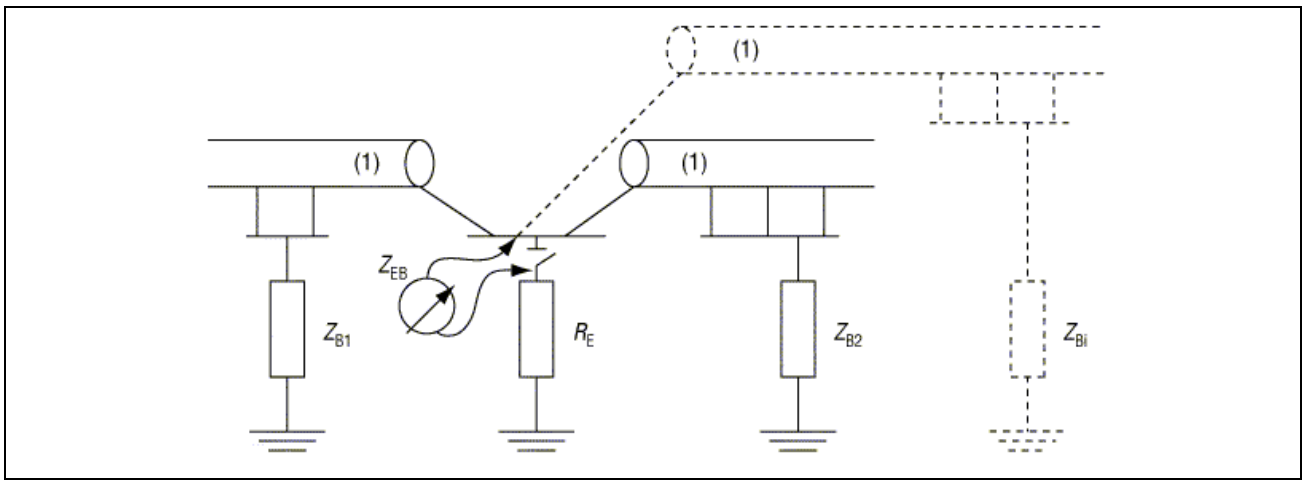
(1) Câble HT

Figure 2.9. Schéma équivalent de l'impédance de terre Z_E



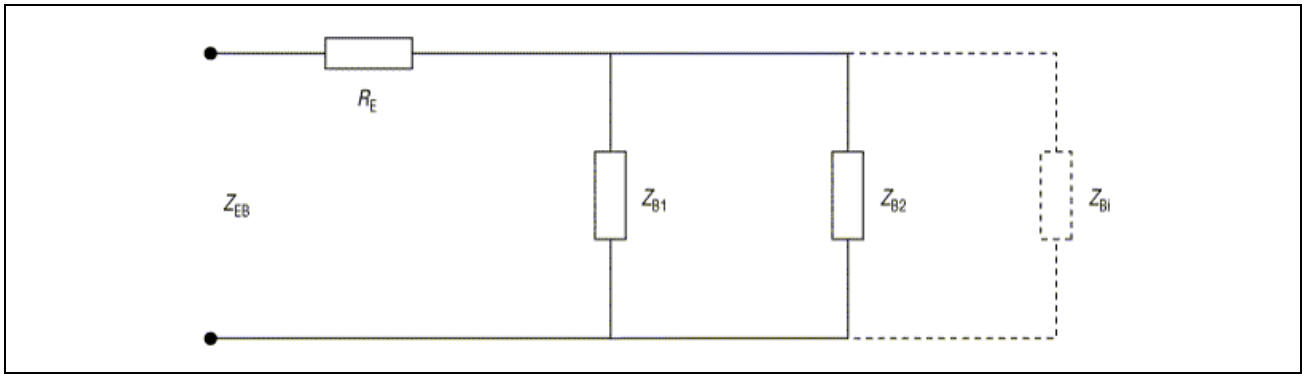
Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}: impédance du circuit formé par la résistance R_E de la prise de terre en série avec l'impédance Z_B que constituent tous les autres chemins de retour à la terre.

Figure 2.10. Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}



(1) Câble HT

Figure 2.11. Schéma équivalent de l'impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}



Chapitre 2.6. Circuits électriques

Section 2.6.1. Termes généraux

Circuit élémentaire: portion d'une installation électrique comprise entre deux dispositifs successifs de protection contre les surintensités (circuit principal ou circuit divisionnaire) ou existant en aval du dernier de ces dispositifs (circuit terminal).

Circuit: ensemble constitué de un ou plusieurs circuits élémentaires.

Circuit de sécurité: circuit qui relie la source de sécurité au(x) consommateur(s) de sécurité.

Circuit critique : circuit qui relie la source normale et/ou la source de remplacement au(x) consommateur(s) critique(s).

Section 2.6.2. Courants

Courant périodique: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Courant alternatif: courant périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, tout courant ou tension qui au cours de chaque période change de signe.

Courant continu: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à chaque instant ou courant périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Courant nominal: la valeur conventionnelle du courant d'après laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement du dispositif de protection, le courant de réglage étant à considérer comme courant nominal pour les dispositifs de protection réglables (I_n).

Courant admissible d'un conducteur: la valeur constante du courant que peut supporter, dans les conditions d'utilisation, un conducteur sans que sa température de régime permanent soit supérieure à la valeur spécifiée (I_Z).

Courant d'emploi d'un circuit: courant à prendre en considération pour le choix des caractéristiques des éléments du circuit (I_B). En régime continu, le courant d'emploi correspond à la plus grande intensité transportée par le circuit en service normal. En régime variable, on considère le courant thermiquement équivalent qui, en régime continu, porte les éléments du circuit à la même température.

Surintensité: pour une machine ou un appareil électrique, tout courant supérieur au courant nominal; pour un conducteur, tout courant supérieur au courant admissible I_Z.

Court-circuit: défaut franc ou d'impédance négligeable.

Courant de court-circuit: surintensité produite par un court-circuit.

Courant de surcharge: surintensité survenant dans un circuit électriquement sain.

Courant différentiel résiduel: somme algébrique des valeurs instantanées des courants parcourant tous les conducteurs actifs d'un circuit en un point de l'installation électrique.

Courant de court-circuit effectif: la valeur du courant de court-circuit calculée ou mesurée en tenant compte du pouvoir limiteur du dispositif de protection et de toutes les impédances du circuit en amont du défaut.

Section 2.6.3. Caractéristiques des dispositifs de protection

Pouvoir de coupure: la valeur du courant que le dispositif de protection est capable d'interrompre sous une tension spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Intégrale de Joule de fonctionnement: du point de vue du circuit protégé par un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur, la valeur de l'intégrale de Joule pour la durée de fonctionnement du coupe-circuit à fusible ou du disjoncteur est à considérer en tant qu'énergie spécifique, c'est-à-dire l'énergie dissipée en chaleur dans une portion du circuit ayant une résistance de 1 Ω.

Intégrale de Joule caractéristique d'un fusible: courbe donnant les valeurs maximales de $I^2 \cdot t$ (de pré arc ou de fonctionnement suivant le cas) en fonction de la valeur du courant présumé et pour les conditions de fonctionnement déterminées.

Courant d'intersection: valeur limite supérieure de la surintensité pour laquelle le fonctionnement du dispositif de protection d'accompagnement, associé à un disjoncteur dans le même circuit ne peut se produire, étant empêché par l'exécution de l'opération de coupure amorcée par le disjoncteur.

Chapitre 2.7. Canalisations

Section 2.7.1. Termes généraux

Conducteur électrique (dénommé dans ce Livre *conducteur)*: un corps nu ou isolé destiné à assurer le passage d'un courant électrique.

Canalisation électrique: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques isolés, câbles, fils ou jeux de barres et les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique.

Conducteur isolé: ensemble comprenant l'âme, son enveloppe isolante et ses écrans éventuels.

Intégrale de Joule caractéristique de tenue sur court-circuit d'un conducteur isolé: valeur de l'intégrale de Joule correspondant à la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer la température du conducteur de la valeur admise en régime établi à la valeur limite admissible par échauffement adiabatique, lors du passage d'un courant de court-circuit. Cette valeur est liée aux valeurs correspondantes des dispositifs de protection contre les courts-circuits (fusibles ou disjoncteurs) et varie en fonction de la nature du métal et de l'isolant.

Câble: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs isolés, leur revêtement individuel éventuel, la protection d'assemblage et le ou les revêtements de protection. Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés.

Câble unipolaire: câble comportant un seul conducteur isolé.

Gaine (d'un câble): revêtement extérieur continu et uniforme en matériau métallique ou non métallique, généralement extrudé.

Connexion: terme général désignant toute liaison électrique destinée à assurer la continuité électrique entre deux ou plusieurs systèmes conducteurs (conducteurs, éléments conducteurs, appareils, appareillages...).

Jonction: connexion de deux extrémités de conducteurs.

Dérivation: connexion d'une ou plusieurs canalisations électriques (dites *canalisations électriques dérivées*) en un point d'une autre canalisation électrique (dite *canalisation électrique principale*).

Armure d'un câble: une partie du revêtement constitué par des rubans (feuillards) ou des fils métalliques destinés à protéger le câble contre les actions mécaniques extérieures.

Ecran de protection: une enveloppe conductrice entourant un ou plusieurs conducteurs munis d'une enveloppe isolante; cette enveloppe conductrice a une conductance linéique fixée par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN.

Tranchée: ouverture réalisée dans un terrain pour y poser des câbles et rebouchée après leur pose.

Lignes ou câbles de télécommunication: on entend par lignes ou câbles de télécommunication les lignes ou câbles servant exclusivement à la téléphonie, à la télégraphie, à la télésignalisation, aux télémesures, aux télécommandes, à la télédistribution (y compris l'alimentation des amplificateurs) et en général à la transmission d'informations ou de données ainsi qu'à tout système de télécommunication de quelque nature qu'il soit.

Ligne aérienne: ensemble d'une installation servant au transport de l'énergie électrique, constituée de supports, de conducteurs d'énergie éventuellement fixés à des isolateurs et éventuellement de conducteurs de terre ou de conducteurs de garde.

Terne: ensemble des 3 conducteurs d'énergie d'une ligne aérienne triphasée; une ligne aérienne peut comporter un ou plusieurs ternes.

Support: poteau en bois, en béton ou en métal profilé, pylône métallique tubulaire, en treillis de cornières ou de tubes, ferrures, soit tout élément qui soutient les conducteurs, éventuellement par l'intermédiaire d'isolateurs.

Isolateur: pièce servant à supporter les conducteurs et à les isoler électriquement entre eux et par rapport à la terre.

Support d'arrêt: support capable de maintenir une portée, même en cas de rupture accidentelle de tous les conducteurs de la portée contiguë.

Support d'extrémité: support capable de maintenir la dernière portée d'une ligne (c'est-à-dire sans portée contiguë).

Hauban: élément mécanique ne pouvant travailler qu'en traction par constitution, reliant le support à un point fixe tel qu'une construction voisine ou un massif d'ancrage en vue d'en renforcer la stabilité.

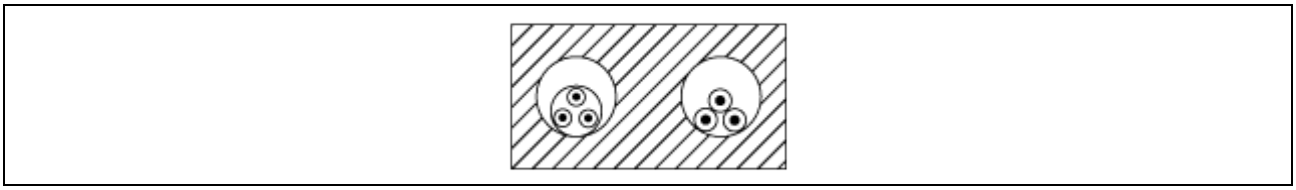
Câble ou conducteur isolé installé séparément: un câble ou un conducteur isolé qui est installé à une distance supérieure ou égale à 20 mm de tout autre câble ou conducteur isolé.

Câble ou conducteur isolé installé en faisceau ou en nappe: un câble ou un conducteur isolé qui n'est pas installé séparément.

Section 2.7.2. Modes de pose

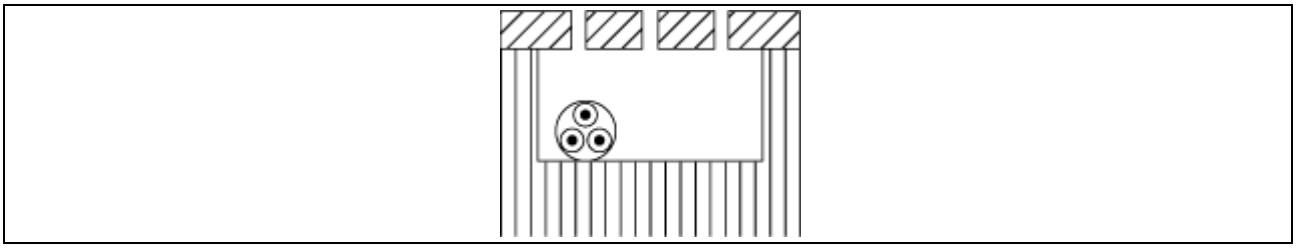
Bloc alvéolé: matériel de pose constitué d'éléments en matériau compact (tel que du béton) dans lesquels sont réservés des vides pour le passage de câbles.

Figure 2.12. Mode de pose «bloc alvéolé»



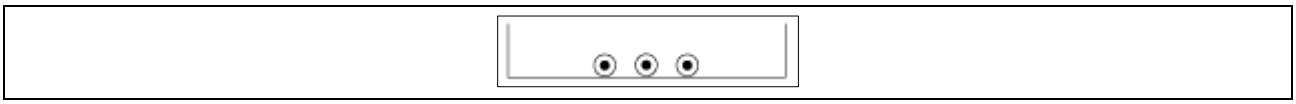
Caniveau ou gaine de sol: enceinte ou canal, situé au-dessous du niveau du sol ou plancher et dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler: lorsqu'il peut être fermé, les câbles doivent être accessibles sur toute leur longueur.

Figure 2.13. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol»



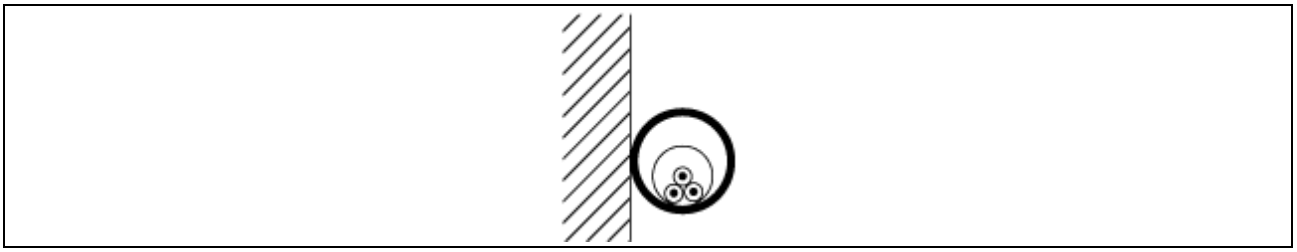
Chemin de câbles: matériel de pose constitué d'éléments profilés, pleins ou perforés, destinés à assurer le cheminement des câbles.

Figure 2.14. Mode de pose «chemin de câbles»



Conduit: matériel de pose constitué d'éléments tubulaires non ouvrants et conférant aux conducteurs une protection continue.

Figure 2.15. Mode de pose «conduit»



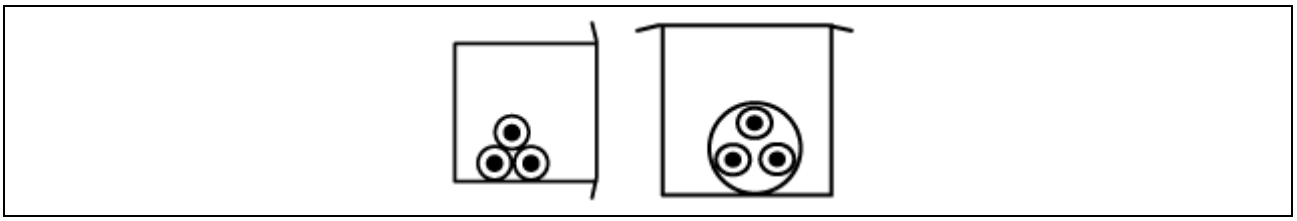
Fourreau (ou buse): élément entourant une canalisation électrique et lui conférant une protection complémentaire dans des traversées de paroi (mur, cloison, plancher, plafond) ou dans des parcours enterrés.

Gaine: enceinte au-dessus du niveau du sol, dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler et telle que les câbles soient accessibles sur toute leur longueur. Une gaine peut être incorporée ou non à la construction.

Galerie: enceinte dont les dimensions sont telles que les personnes puissent y circuler.

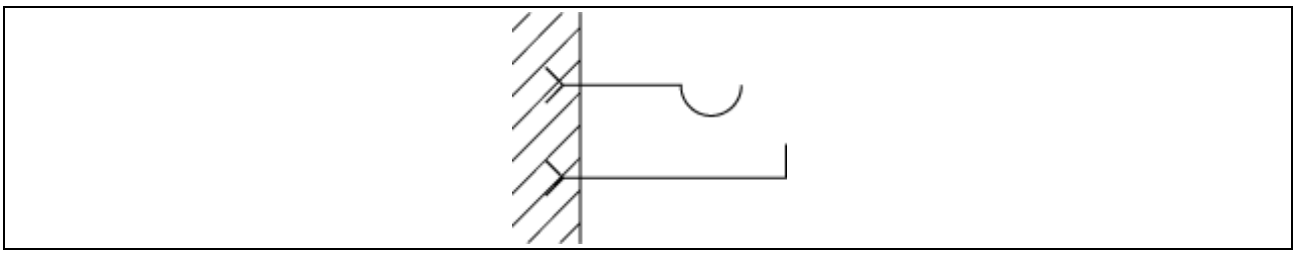
Goulotte: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à contenir des conducteurs ou des câble, et fermé par un couvercle démontable.

Figure 2.16. Mode de pose «goulotte»



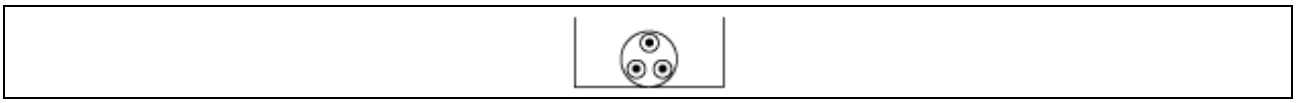
Corbeau: pièce fixée à une paroi à l'une de ses extrémités et supportant de façon discontinue un câble.

Figure 2.17. Mode de pose «corbeau»



Gouttière: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à supporter des câbles en parcours horizontal et ouvert à sa partie supérieure.

Figure 2.18. Mode de pose «gouttière»

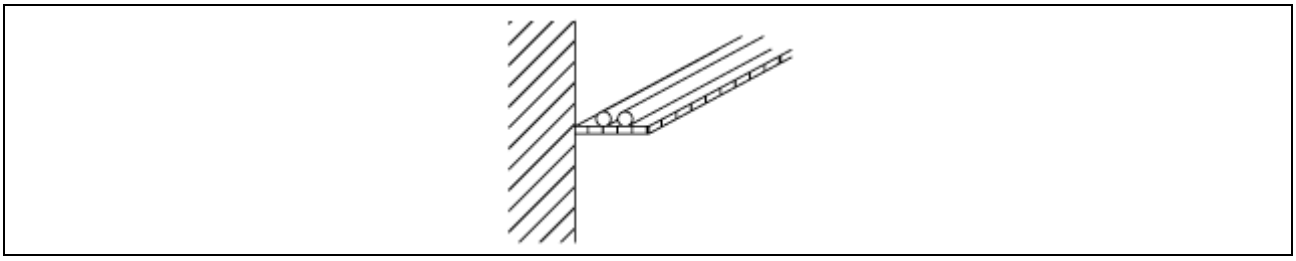


Rainure: entaille longue et étroite pratiquée dans un matériau et accessible sur toute sa longueur.

Saignée: ouverture longue et étroite réalisée dans un matériau de construction pour y placer des conduits ou certains types de canalisations électriques et rebouchée après leur pose.

Tablette: support continu constitué de dalles solidaires d'une paroi verticale et sur lequel sont posés des câbles.

Figure 2.19. Mode de pose «tablette»



Vide de construction: espace existant dans les parois des bâtiments (murs, chambranles et huisseries ordinaires, cloisons, planchers, plafonds) accessibles seulement à certains emplacements.

Canalisation électrique fixée aux parois: canalisation électrique posée à la surface d'une paroi ou à sa proximité immédiate, cette paroi constituant un moyen de fixation et éventuellement un élément de protection.

Chapitre 2.8. Matériel

Machine ou appareil électrique: engin servant à la production, à la transformation, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique.

Matériel électrique: les machines, appareils et canalisations électriques.
Est également considéré comme matériel électrique un ensemble constitué de machines, d'appareils et canalisations électriques conforme aux normes d'appareillages sous enveloppe, homologuées par le Roi ou enregistrées par le Bureau de Normalisation (NBN).

Machine ou appareil mobile: machine ou appareil qui est déplacé pendant son fonctionnement ou qui peut être facilement déplacé lorsqu'il est relié au circuit d'alimentation, soit par ses propres moyens, soit hors ou sous tension, par l'utilisateur.

Trolley: dispositif permettant l'alimentation électrique d'une machine ou d'un appareil mobile au moyen de prises par frotteur.

Chapitre 2.9. Sectionnement et commande

Coupure omnipolaire: coupure de tous les conducteurs actifs d'un circuit.

Coupure de sécurité: mesures de sectionnement et de commande non automatiques qui sont utilisées afin d'éviter ou de supprimer des dangers pour les personnes travaillant sur des machines ou appareils alimentés en énergie électrique.

Sectionnement: système destiné à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation de toute source d'énergie électrique, de manière à assurer la sécurité de personnes travaillant sur ou à proximité des parties entraînant un risque de contact direct.

Coupure pour entretien mécanique: système destiné à couper l'alimentation de parties de matériel alimenté en énergie électrique de façon à éviter des accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs, lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

Coupure électrique d'urgence: système destiné à supprimer aussi rapidement que possible les dangers qui peuvent survenir de façon imprévue. Quand cette mesure est utilisée afin d'arrêter un mouvement dangereux, elle est appelée *arrêt d'urgence*.

Commande fonctionnelle: système destiné à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation de l'alimentation en énergie électrique d'une partie d'une installation ou de machine ou d'appareil d'utilisation électrique, de manière à assurer la commande à des fins de fonctionnement normal.

Commande manuelle: commande d'une manœuvre effectuée par l'intervention humaine directe.

Commande automatique: commande d'une manœuvre effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées.

Chapitre 2.10. Influence externes

Section 2.10.1. Généralités

La classification des influences externes constitue un inventaire aussi exhaustif que possible de toutes les conditions extérieures qui peuvent avoir une influence sur les règles d'installations électriques.

Pour faciliter la classification des différents paramètres, un code alphanumérique a été établi.

Les différents paramètres d'influences externes sont classés en 3 grandes catégories suivant leur rôle, à savoir:
- les *conditions d'environnement* qui sont indépendantes de la nature des installations et des lieux et concernent les phénomènes extérieurs provenant de l'atmosphère, du climat, de la situation et autres conditions du lieu où se trouve l'installation électrique;
- les circonstances d'*utilisation* des lieux intéressés et de l'installation électrique elle-même;
- les conséquences découlant du mode de *construction des bâtiments*, de leur structure et de la nature des matériaux employés.

Tableau 2.5. Catégories d'influences externes

Première lettre du code	***Catégorie***
A	Conditions d'environnement
B	Utilisation
C	Construction des bâtiments

Section 2.10.2. Température ambiante (AA)

Pour caractériser l'influence externe « *température ambiante* », on utilise un code composé des lettres *AA* suivies d'un chiffre allant de 1 à 6 comme le mentionne le *tableau 2.6*.

Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA)

Code	***Température ambiante***	***Conditions***	***Exemples***
AA1	Frigorifique	de -60 °C à +5 °C	Enceintes de congélation …
AA2	Très froid	de -40 °C à +5 °C	Enceintes frigorifiques …
AA3	Froid	de -25 °C à +5 °C	Emplacements extérieurs …
AA4	Tempéré	de -5 °C à +40 °C	Emplacements tempérés …
AA5	Chaud	de +5 °C à +40 °C	Locaux intérieurs …
AA6	Très chaud	de +5 °C à +60 °C	Chaufferies, salles de machines …

Dans des conditions particulières, un code différent peut être employé, voir *tableau 2.7*.

Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières

Code	***Température ambiante***	***Conditions***	***Exemples***
AA7	Froid	de -15 °C à +25 °C	Extérieur des locaux …
AA8	Tempéré	de +5 °C à +30 °C	Locaux habituellement chauffés…

Un local ou un emplacement peut être caractérisé par la combinaison de 2 ou 3 classes de température ambiante: ainsi, par exemple, les emplacements extérieurs peuvent être de classe AA3+5 (de -25 °C à +40 °C) et des fonderies de la classe AA4+6 (de -5 °C à +60 °C).

Section 2.10.3. Présence d'eau (AD)

Pour caractériser l'influence externe « *présence d'eau* », on utilise un code composé des lettres *AD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 8 comme le mentionne le *tableau 2.8*.

Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Conditions*	*Exemples*
AD1	Présence d'eau négligeable	Généralement aucune trace d'humidité	Locaux secs tels que salles de séjour, chambres, bureaux ...
AD2	Temporairement humide	Chutes verticales de gouttes d'eau. Condensation occasionnelle d'humidité ou présence occasionnelle de vapeur d'eau	Locaux temporairement humides tels que certaines cuisines, caves, terrasses couvertes, lieux d'aisance, garages individuels ...
AD3	Humides	Ruissellement d'eau sur les parois et sur les sols. Aspersion d'eau. Eau tombant en pluie (max. 60° avec la verticale)	Locaux humides tels que les locaux à poubelles, les sous-stations de vapeur ou d'eau chaude ...
AD4	Mouillés	Ruissellement et projections d'eau dans toutes les directions	Lieux mouillés tels que les chantiers, les saunas, les chambres frigorifiques ...
AD5	Arrosés	Jets d'eau sous pression dans toutes les directions	Lieux exposés tels que les batteries de douches, les étables, les boucheries ...
AD6	Paquets d'eau	Lavage au jet d'eau et paquets d'eau	Jetées, quais, plage ...
AD7	Immergés	Profondeur d'eau ≤ 1 m.	Bassins peu profonds tels que ceux des fontaines …
AD8	Submergés	Profondeur d'eau > 1 m.	Bassins profonds …

Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de corps solides étrangers* », on utilise un code composé des lettres *AE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.9*.

Tableau 2.9.Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE)

Code	*Corps solides étrangers*
AE1	Grande dimension
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm
AE3	Petite dimension 1 mm
AE4	Poussières

Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de substances corrosives ou polluantes* », on utilise un code composé des lettres *AF* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.10*.

Tableau 2.10. Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Code	*Substances corrosives ou polluantes*	*Conditions*	*Exemples*
AF1	Négligeable	Aucune influence de substances corrosives ou polluantes tant par leur nature que par leur qualité	Locaux d'usage domestique, locaux recevant du public et de façon générale, tous les locaux dans lesquels des produits chimiques ou corrosifs... ne sont ni manipulés, ni traités …
AF2	D'origine atmosphérique	Voisinage des bords de mer, proximité d'établissements produisant d'importantes pollutions	Bâtiments situés au voisinage des industries chimiques, de cimenteries ...
AF3	Intermittente ou accidentelle	Actions de courte durée ou accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant	Laboratoires d'usines, laboratoires d'enseignement, garages, chaufferies ...
AF4	Permanente	Actions permanentes de produits chimiques, corrosifs ou polluants	Industries chimiques, industries dans lesquelles il est fait usage de produits chimiques ou corrosifs (peintures, chromage, hydrocarbures, matières plastiques...) …

Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux chocs* », on utilise un code de deux lettres *AG* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 conformément à ce qui suit:

- *AG1:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 1 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-4; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage domestique ou analogue;
- *AG2:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 6 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-7; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage industriel;
- *AG3:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 60 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-11; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions sévères d'emploi du matériel pour usage industriel.

Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux vibrations* », on utilise un code de deux lettres *AH* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 comme le mentionne le *tableau 2.11*.

Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Code	*Vibrations*	*Conditions*	*Exemples*
AH1	Faibles	Aucune vibration	Locaux domestiques et, de façon générale, les matériels fixes sans moteur …
AH2	Moyennes	Faibles vibrations	Matériels comportant des moteurs ou des parties mobiles …
AH3	Importantes	Vibrations importantes	Voisinage de tamis vibrants, d'appareils vibrateurs …

Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Pour caractériser l'influence externe « présence de *flore et/ou moisissures* et celle de la *faune* », on utilise un code constitué respectivement des lettres *AK* et *AL* suivies des chiffres 1 ou 2, comme le mentionne le *tableau 2.12*.

Tableau 2.12. Inflluences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Code	*Flore et faune*	*Conditions*	*Exemples*
Présence de flore et/ou moisissures			
AK1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la flore ou aux moisissures
AK2	Risques	Protection spéciale	Développement nuisible de la végétation ou son abondance
Présence de faune			
AL1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la faune
AL2	Risques	Protection spéciale	Présence d'insectes, d'animaux ou d'oiseaux en quantité nuisible ou de nature agressive

Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Pour caractériser l'influence externe « *influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes* », on utilise un code constitué des lettres *AM* suivies des chiffres 1 à 6, comme le mentionne le *tableau 2.13*.

Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Code	*Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisants*
AM1	Absence d'effets nuisibles dus à des courants vagabonds, des radiations électromagnétiques, des rayonnements ionisants ou des courants induits
AM2	Présence nuisible de courants vagabonds
AM3	Présence nuisible de radiations électromagnétiques
AM4	Présence nuisible de rayonnements ionisants
AM5	Influences électrostatiques nuisibles
AM6	Présence nuisible de courants induits

Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN)

Pour caractériser l'influence externe « *rayonnements solaires* », on utilise un code constitué des lettres *AN* suivies des chiffres 1 à 2, comme le mentionne le *tableau 2.14.*

Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN)

Code	*Rayonnements solaires*
AN1	Négligeables
AN2	Rayonnements solaires nuisibles en intensité ou en durée

Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA)

Pour caractériser l'influence externe « *compétence des personnes* », on utilise un code composé des lettres *BA* suivi d'un chiffre de 1 à 5 comme indiqué dans le *tableau 2.15.*

Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Conditions*	*Exemples*
BA1	Ordinaires	Personnes non classifiées ci-après	Locaux à usage domestique ou analogue, locaux recevant du public général...
BA2	Enfants	Enfants se trouvant dans les locaux qui leur sont destinés	Crèches et garderies d'enfants ...
BA3	Handicapés	Personnes ne disposant pas de toutes leurs capacités mentales ou physiques	Hospices pour invalides ou vieillards ou aliénés mentaux ...
BA4	Averties	Personnes qui: – soit sont suffisamment informées des risques liés à l'électricité pour les travaux qui leur sont confiés – soit sont surveillées de façon permanente par une personne qualifiée (BA5) pendant les travaux qui leur sont confiés afin de réduire les risques électriques au minimum	Agents d'exploitation ou d'entretien des installations électriques ...
BA5	Qualifiées	Personnes qui, par leurs connaissances acquises par formation ou par expérience, peuvent évaluer elles-mêmes les risques liés aux travaux à exécuter et peuvent déterminer les mesures à prendre pour éliminer ou limiter au minimum les risques spécifiques y afférents	Ingénieurs, techniciens chargés de l'exploitation des installations électriques ...

Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB)

Pour caractériser l'influence externe « *humidité de la peau* », on utilise un code composé des lettres *BB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3, comme le mentionne le *tableau 2.16.*

Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur
BB2	Peau mouillée
BB3	Peau immergée dans l'eau

Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Pour caractériser l'influence externe « *contact des personnes avec le potentiel de terre* », on utilise un code composé des lettres *BC* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.17.*

Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Code	*Contact des personnes avec le potentiel de terre*	*Conditions*	*Exemples*
BC1	Nuls	Les personnes se trouvent dans les locaux ou emplacements non conducteurs	Locaux dont les sols et les parois sont isolants et ne comportent aucun élément conducteur
BC2	Faibles	Les personnes ne touchent pas normalement des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont isolants ou isolés et contiennent peu d'éléments conducteurs, tels que chambres, salles de séjour des logements d'habitation, bureaux ...
BC3	Fréquents	Les personnes sont en contact fréquent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont conducteurs et comportent de nombreux éléments conducteurs ...
BC4	Continus	Les personnes sont en contact permanent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre et leurs possibilités de mouvements sont généralement limitées	Enceintes conductrices telles que cuves métalliques, chaudières et réservoirs métalliques ...

Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Pour caractériser l'influence externe « *possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence* », on utilise un code composé des lettres *BD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.18*.

Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Code	*Possibilité d'évacuation*	*Conditions*		*Exemples*
		Densité d'occupation	*Conditions d'évacuation*	
BD1	Normale	Faible	Faciles	Bâtiments à usage d'habitation, de hauteur inférieure à 25 m …
BD2	Longue	Faible	Difficiles	Bâtiments élevés de hauteur égale ou supérieure à 25 m …
BD3	Encombrée	Importante	Faciles	Etablissements recevant du public …
BD4	Longue et encombrée	Importante	Difficiles	Etablissements recevant du public dans des bâtiments élevés (hauteur supérieure à 25 m) …

Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Pour caractériser l'influence externe « *nature des matières traitées ou entreposées* », on utilise un code composé des lettres *BE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.19*.

Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Code	*Nature des matières traitées ou entreposées*	*Conditions*	*Exemples*
BE1	Risques négligeables	Absence ou quantités négligeables de matières inflammables, explosives ou susceptibles de contaminer	Locaux à usage domestique…
BE2	Risques d'incendie	Traitement ou stockage de matières combustibles et de liquides inflammables à point d'éclair supérieur à 55 °C	Granges, menuiseries, fabriques de papier, chaufferies, parkings, bibliothèques, salles d'archives, réserves magasin ...
BE3	Risques d'explosion	Traitement ou stockage de matières explosives ou de liquides inflammables ayant un point d'éclair inférieur ou égal à 55 °C, y compris la présence de poussières explosives	Raffineries, dépôts d'hydrocarbures, dépôts de carburants, dépôts de munitions, fabriques de certaines matières plastiques …
BE4	Risques de contamination	Présence d'aliments, de produits pharmaceutiques non protégés, bris de lampes	Industries alimentaires, grandes cuisines, industries et laboratoires pharmaceutiques …

Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA)

Pour caractériser l'influence externe « *matériaux de construction* », on utilise un code composé des lettres *CA* suivies du chiffre 1 ou 2, comme mentionné au *tableau 2.20*.

Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA)

Code	*Matériaux de construction*	*Conditions*	*Exemples*
CA1	Matériaux non combustibles	-	-
CA2	Matériaux combustibles	Bâtiments construits principalement en matériaux combustibles	Bâtiments en bois ...

Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB)

Pour caractériser l'influence externe « *structure des bâtiments* », on utilise un code composé des lettres *CB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme mentionné au *tableau 2.21*.

Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments

Code	*Structure des bâtiments*	*Conditions*	*Exemples*
CB1	Risques négligeables	Constructions classiques et stables	-
CB2	Propagation d'incendie	Bâtiments dont la forme et les dimensions peuvent faciliter la propagation d'un incendie	Bâtiments élevés Bâtiments dont au moins un compartiment a une surface: - soit supérieure à 2500 m² sur un niveau; - soit supérieure à 1250 m² sur deux niveaux. …
CB3	Mouvements	Risques dus à des mouvements de structure	Bâtiments de grande longueur ou construits sur des terrains non stabilisés de telle sorte qu'il puisse en résulter des déplacements entre différentes parties du bâtiment ou entre le bâtiment et le sol …
CB4	Flexibles ou instables	Constructions fragiles ou pouvant être soumises à des mouvements et à des oscillations	Tentes, faux plafonds, cloisons démontables, structures gonflables …

Chapitre 2.11. Travaux et vérification

Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques

Travaux: toute forme de travaux où il y a un danger électrique. Il peut s'agir de travaux électriques et non électriques et de travaux d'exploitation.

Travaux électriques: travaux sur, avec ou dans l'environnement d'une installation électrique (tels que essais et mesures, réparations, nettoyage d'accessoires électriques, remplacements, modifications, extensions et entretien...) et qui concernent directement l'installation électrique.

Travaux non électriques: travaux dans l'environnement d'une installation électrique (tels que terrassements, travaux de construction, d'élagage, de nettoyage, de peinture...) et qui ne concernent pas directement l'installation électrique.

Travaux d'exploitation: travaux de manœuvre, de commande et de contrôle aux installations électriques.

Travaux de manœuvre et de commande les manœuvres et commandes ont pour but de changer l'état électrique d'une installation électrique, pour utiliser un équipement, pour connecter, déconnecter, mettre en route ou arrêter des équipements. Ceci s'applique aussi aux séparations ou aux reconnexions des installations dans le but de l'exécution de travaux.

Travaux de contrôle*:* les contrôles peuvent comprendre:
- des contrôles visuels;
- des essais;
- des mesures.

Les contrôles ont pour but de vérifier la configuration, l'état d'entretien ou la conformité d'une installation électrique.

Les essais comprennent toutes les activités conçues pour vérifier le fonctionnement ou l'état électrique, mécanique ou thermique d'une installation électrique. Les essais comprennent également les activités destinées par exemple à tester l'efficacité des protections électriques et des circuits de sécurité.

Les mesures comprennent toutes les activités destinées à la mesure de grandeurs physiques dans une installation électrique.

Travaux sous tension: travaux au cours desquels une personne entre en contact avec des pièces nues sous tension ou pénètre dans la zone sous tension soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs.

Travaux au voisinage de pièces sous tension: travaux au cours desquels une personne pénètre dans la zone de voisinage soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs, sans pénétrer dans la zone sous tension.

Travaux hors tension: travaux sur des installations électriques qui ne sont ni sous tension ni chargées électriquement, réalisés après avoir pris toutes mesures pour prévenir le risque électrique.

Chargé des travaux: personne désignée pour diriger des travaux.

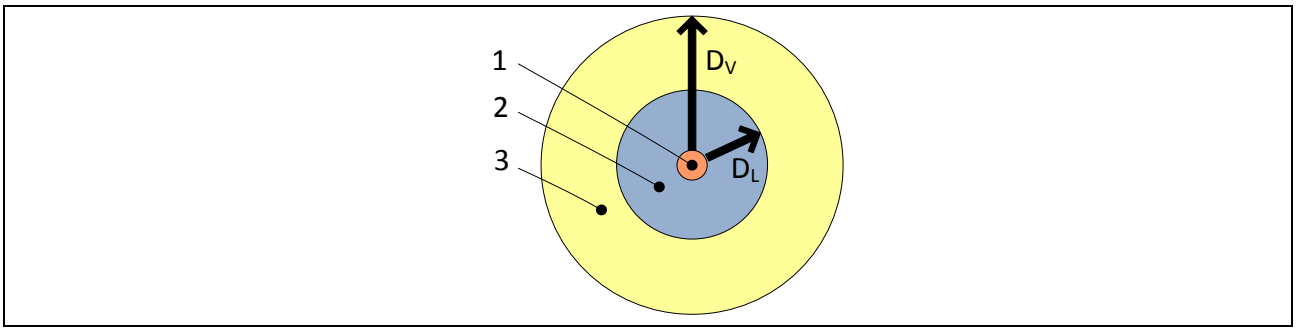
Chargé de l'installation: personne désignée pour assumer la responsabilité de l'exploitation de l'installation électrique. Cette responsabilité peut être déléguée en partie à d'autres personnes si nécessaire.

Zone de travail: *e*space dans lequel les travaux sont réalisés.

Zone de voisinage: espace délimité entourant la zone sous tension comme défini dans les trois figures et dans le tableau ci-dessous.

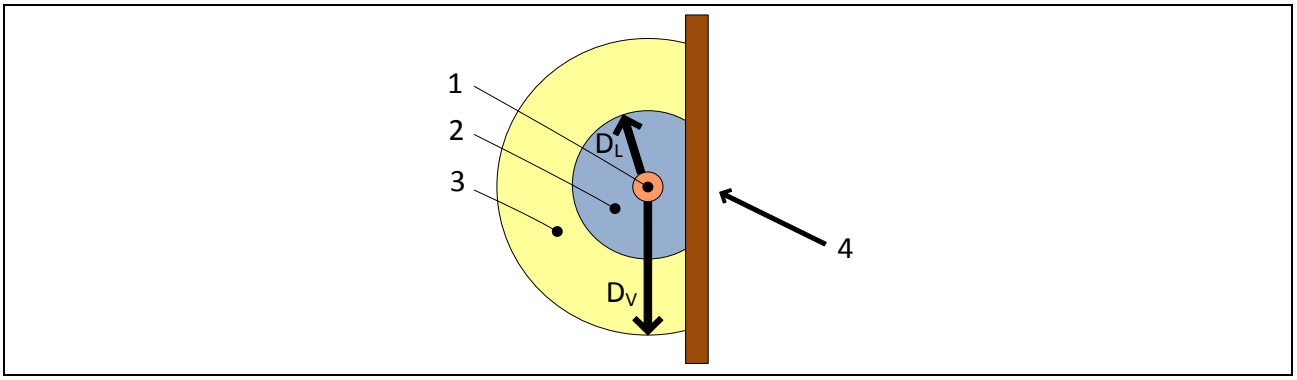
Zone sous tension: espace délimité entourant les pièces actives nues sous tension comme défini dans les *figures 2.20.* à *2.22.* et dans le *tableau 2.22.*

Figure 2.20. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

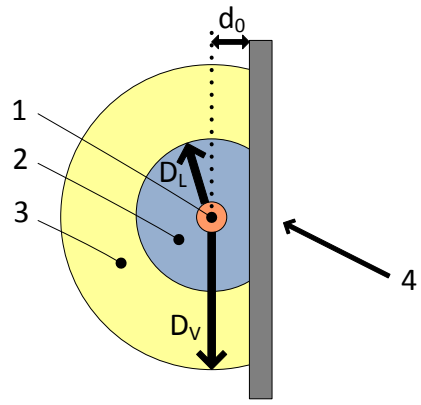
Figure 2.21. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur isolant permettant d'éviter

l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Figure 2.22. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur métallique mis à la terre, faisant partie intégrante de l'installation électrique, permettant d'éviter l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
d_0: distance minimale suivant *la sous-section 5.1.3.2.*
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V

Tension nominale du réseau U_N [kV] (valeur efficace)	**Distance D_L définissant la limite extérieure de la zone sous tension [mm]**	**Distance D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage [mm]**
≤1	pas de contact	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3100
150	1200	3200
220	1600	3600
275	1900	3900
380	2500	4500
480	3200	6200
700	5300	8300

Note 1: les valeurs intermédiaires de D_L et D_V peuvent être déterminées par interpolation linéaire.
Note 2: pour les installations à courant continu, les mêmes distances peuvent être utilisées en se référant aux valeurs de la tension nominale du réseau.

Section 2.11.2. Vérification des installations électriques

Organisme agréé: organisme de contrôle chargé des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques.

Agent-visiteur: la personne couverte par une habilitation d'un organisme agréé, qui effectue les contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou les visites de contrôle.

Contrôle de conformité avant mise en usage: contrôle de conformité des installations électriques prévu au *chapitre 6.4.*

Visite de contrôle: contrôle des installations électriques prévu au *chapitre 6.5.*

Visite de routine: visite des installations électriques à haute tension prévue à la *section 9.1.2.*

Mise en usage: la première mise à disposition d'une installation électrique à des fins d'exploitation.

Modification importante ou extension importante: modification ou extension d'une installation électrique qui a un impact supplémentaire (pas encore couvert par un contrôle de conformité) sur la sécurité des personnes ou des biens.

Exemples de modification importante ou d'extension importante: modification du schéma de mise à la terre, dépassement de la puissance de court-circuit admissible pour le matériel installé, remplacement non-identique d'un ensemble de manœuvre et de réparititon, …

Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques

Schéma: représentation graphique qui situe de manière bien ordonnée, à l'aide de lignes et de symboles, comment les différentes parties d'une installation et ses subdivisions sont liées entre elles.

Plan: représentation graphique qui situe à l'échelle la position géographique des différentes parties d'une installation et ses subdivisions.

Schéma fonctionnel ou schéma bloc: schéma qui représente le fonctionnement global de l'installation ou partie d'installation ainsi que ses interdépendances fonctionnelles.

Schéma de circuits: schéma unifilaire ou multifilaire qui représente les circuits élémentaires, leurs interconnexions et le matériel électrique formant l'installation électrique ou partie d'installation et qui en donne sa composition et ses caractéristiques.

Schéma d'exécution: schéma qui représente le montage et le raccordement des différentes parties de l'installation.

Plan de position: plan qui indique la position des différentes parties de l'installation.

Plan de position des prises de terre: plan qui indique la position des prises de terre.

Plan d'ensemble d'un équipement: plan qui indique le positionnement des éléments constitutifs à l'intérieur d'un équipement (machine électrique, cellule,…).

Document des influences externes: document qui indique les influences externes à prendre en considération dans les différents lieux.

Plan de zonage: plan qui indique les lieux dans lesquels il peut exister un danger d'explosion. Ces lieux sont divisés en différentes zones conformément aux prescriptions du présent Livre.

Rapport de zonage: document qui reprend les données sur lesquelles la détermination des zones et leur étendue est basée, les conclusions et la justification de celles-ci.

Plan d'évacuation: plan qui indique la division et la destination des lieux, la localisation des limites des compartiments, l'emplacement des lieux présentant un danger d'incendie accru, l'emplacement des sorties, des sorties de secours, des lieux de rassemblement après évacuation et le tracé des voies d'évacuation.

Liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile: liste qui reprend les lieux dont leur évacuation peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie.

Plan des installations de sécurité: plan qui reprend les locaux et les compartiments et qui indique:
- la position des sources de sécurité non-intégrées;
- la position des circuits de sécurité;
- la position des consommateurs de sécurité;

- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits de sécurité.

Plan des installations critiques: plan qui reprend les locaux et qui indique:
- la position des circuits critiques;
- la position des consommateurs critiques;
  et si des mesures particulières en cas de perte de la source normale et/ou d'incendie sont d'application:
- la position des sources de remplacement non-intégrées;
- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits critiques.

Les installations critiques peuvent être reprises sur le plan des installations de sécurité à condition que les installations de sécurité et les installations critiques soient repérées sur ce plan de façon à éviter toute confusion.

Liste des installations de sécurité et/ou critiques: liste qui reprend:
- le type d'installations de sécurité et/ou d'installations critiques;
- le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité et/ou de chaque consommateur critique (si d'application pour les consommateurs critiques);
- les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité et/ou des installations critiques.

Plan des canalisations souterraines (plan de câbles): plan qui indique la localisation des canalisations électriques souterraines.

Partie 3. Détermination des caractéristiques générales des installations électriques

CHAPITRE 3.1. GÉNÉRALITÉS 35
Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation 35
Section 3.1.2. Schémas, plans et documents des installations électriques 35
Sous-section 3.1.2.1. Prescriptions générales 35
Sous-section 3.1.2.2. Prescriptions particulières relatives au contenu des schémas de 35
circuits 35
Sous-section 3.1.2.3. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans 36
de position 36
Sous-section 3.1.2.4. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de 36
zonage et des rapports de zonage 36
Section 3.1.3. Repérages et indications 36
Sous-section 3.1.3.1. Repérage des circuits 36
Sous-section 3.1.3.2. Repérage du matériel électrique 37
Sous-section 3.1.3.3. Indication de tension 37
CHAPITRE 3.2. ALIMENTATION ET STRUCTURES 37
Section 3.2.1. Puissance d'alimentation 37
Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre 37
Section 3.2.3. Alimentation 37
Section 3.2.4. Division des installations 37
Sous-section 3.2.4.1. Objet 37
Sous-section 3.2.4.2. Absence de séparation électrique 37
CHAPITRE 3.3. COMPATIBILITÉ 38
Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations 38
Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique 38
Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues 38
CHAPITRE 3.4. INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ 38
CHAPITRE 3.5. INSTALLATIONS CRITIQUES 39

Chapitre 3.1. Généralités

Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation

La détermination des caractéristiques suivantes de l'installation est effectuée conformément aux chapitres indiqués:
- l'utilisation prévue de l'installation, sa structure générale et ses alimentations (*chapitre 3.2.*);
- les influences externes auxquelles l'installation est soumise (*chapitre 2.10.*);
- la compatibilité du matériel électrique de l'installation (*chapitre 3.3.*).

Ces caractéristiques sont à prendre en considération pour le choix des mesures de protection pour assurer la sécurité (*partie 4.*), le choix et la mise en œuvre du matériel (*partie 5.*) et le respect des règles spécifiques (*partie 7.*).

Le niveau d'isolement d'une installation électrique à haute tension doit être tel qu'elle puisse supporter sans dommage les contraintes électriques prévisibles en régime normal.

Section 3.1.2. Schémas, plans et documents des installations électriques

Les schémas, plans et documents reprennent de manière univoque le numéro, la version et la date de la version.

Sous-section 3.1.2.1. Prescriptions générales

a. Schémas, plans et documents

Toute installation électrique fait l'objet d'un ou plusieurs:

- schémas de circuits;
- plans de position;
- plans de position des prises de terre;
- documents des influences externes.

Si d'application, les schémas, plans et documents mentionnés ci-avant sont complétés d'un/d'une:

- plan de zonage;
- rapport de zonage;
- liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile;
- plan des installations de sécurité et/ou des installations critiques;
- liste des installations de sécurité et/ou critiques.

Le propriétaire d'une canalisation électrique souterraine est, en tout temps, à même de tenir à disposition les plans des canalisations souterraines, ou à défaut, de donner les indications nécessaires pour localiser celle-ci.

Si nécessaire pour la compréhension, l'installation correcte et l'exploitation sûre, ces schémas, plans et documents sont complétés par des:

- schémas fonctionnels;
- schémas d'exécution;
- des plans d'ensemble des équipements.

b. Annexes aux schémas, plans et documents

Les schémas et plans peuvent être complétés par des documents reprenant de façon plus détaillée les différentes caractéristiques du matériel électrique et/ou des produits.

c. Disponibilité des schémas, des plans, des documents et de leurs annexes

Les schémas, plans, documents et leurs annexes visés aux *points a. et b.* ci-dessus sont actualisés et sont tenus sur place à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler, entretenir, réparer ou transformer l'installation.

Sous-section 3.1.2.2. Prescriptions particulières relatives au contenu des schémas de circuits

Les schémas de circuits et/ou leurs annexes reprennent au moins:

- les tensions nominales et la nature des courants;

- le schéma de mise à la terre;
- les courants de court-circuit présumés maximums;
- la nature, la constitution et les caractéristiques des circuits;
- les circuits;
- les caractéristiques des sources (alternateurs, transformateurs, convertisseurs, …), notamment:
  - *la puissance apparente;*
  - *les tensions nominales;*
  - *les courants nominaux;*
  - *les impédances (si disponible).*
- les caractéristiques des canalisations électriques y compris des conducteurs de protection, notamment:
  - *le mode de pose;*
  - *la nature, le nombre et la section des conducteurs;*
  - *la longueur des canalisations électriques.*
- les caractéristiques des dispositifs de protection, notamment:
  - *le courant assigné;*
  - *le pouvoir de coupure;*
  - *la nature et les caractéristiques de coupure, y compris les réglages.*
- les caractéristiques des interrupteurs, interrupteurs-sectionneurs et contacteurs, comme:
  - *le courant assigné;*
  - *si nécessaire, la catégorie d'emploi.*

Les installations de sécurité et les installations critiques (sources, circuits et consommateurs) sont identifiées de manière univoque sur les schémas de circuits.

Sous-section 3.1.2.3. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de position

Les plans de position indiquent la position:

- des ensembles de manœuvre et de répartition;
- des machines et appareils électriques.

Les machines et les appareils électriques ne doivent pas apparaître sur le plan si le tracé de leurs canalisations électriques et les extrémités sont clairement identifiés ou facilement identifiables.

Sous-section 3.1.2.4. Prescriptions particulières relatives au contenu des plans de zonage et des rapports de zonage

Les plans de zonage et les rapports de zonage reprennent notamment:

- les caractéristiques physico-chimiques des produits nécessaires au classement en zone et au choix du matériel tels que définis dans le *chapitre 7.1.*;
- les sources d'émission;
- le type de ventilation;
- l'indication et la délimitation des zones;
- le groupe de gaz du matériel admissible (si seulement d'application);
- la catégorie du matériel admissible;
- la classe de température ou la température de surface admissible du matériel admissible.

Section 3.1.3. Repérages et indications

Sous-section 3.1.3.1. Repérage des circuits

Les dispositifs de commande, de protection et de sectionnement des circuits sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des surveillances, contrôles, entretiens, réparations, modifications ou extensions de l'installation.

Les circuits raccordés en amont de l'interrupteur général de l'ensemble de manœuvre et de distribution se doivent d'être repérés comme tels.

Pour permettre l'identification des canalisations électriques, il est fait usage, si cela est indispensable, de repérages qui sont répétés de distance en distance.

Les systèmes de supports qui présentent en combinaison avec des canalisations électriques la caractéristique FR2 ou une caractéristique équivalente à FR2, sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui reprend leur poids admissible par mètre courant.

Sous-section 3.1.3.2. Repérage du matériel électrique

Les ensembles de manœuvre et de répartition et les machines et appareils électriques sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des repérages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Sous-section 3.1.3.3. Indication de tension

Dans les lieux du service électrique, les tensions assignées des ensembles de manœuvre et de répartition et des machines et appareils électriques sont indiquées de manière apparente en des endroits judicieusement choisis.

La tension d'alimentation est indiquée clairement de manière apparente en des endroits judicieusement choisis.

Chapitre 3.2. Alimentation et structures

Section 3.2.1. Puissance d'alimentation

La détermination de la puissance d'alimentation est essentielle pour une conception économique et sûre d'une installation dans les limites de température et de chute de tension.

En déterminant la puissance d'alimentation d'une installation ou d'une partie de celle-ci, il peut être tenu compte des facteurs de simultanéité et d'utilisation des récepteurs.

Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre

Les ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent déterminer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les définitions des schémas de mises à la terre pour les installations à haute tension.

Section 3.2.3. Alimentation

Au moins les caractéristiques suivantes de l'alimentation doivent être déterminées:
- nature du courant et fréquence;
- valeur de la tension nominale;
- valeur du courant de court-circuit présumé, à l'origine de l'installation;
- possibilité de satisfaire aux besoins de l'installation (p.ex.: puissance nécessaire, nécessité d'une alimentation de secours…).

Section 3.2.4. Division des installations

Sous-section 3.2.4.1. Objet

L'installation électrique est divisée, si nécessaire, en plusieurs circuits pour limiter les conséquences d'un défaut ainsi que pour faciliter la recherche des défauts, les contrôles et l'entretien.

Ces circuits sont conçus et réalisés de façon qu'ils ne puissent pas être alimentés involontairement par un autre circuit.

Sous-section 3.2.4.2. Absence de séparation électrique

Lorsque le circuit est alimenté à partir d'un réseau à tension plus élevée par des appareils sans séparation électrique, le circuit ainsi alimenté est considéré comme faisant partie du réseau d'alimentation.

Chapitre 3.3. Compatibilité

Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations

Les installations électriques et non électriques sont disposées de manière à éviter toute influence mutuelle dangereuse.

Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique

Lorsque les machines, appareils et canalisations électriques parcourus par des courants de nature ou de tensions différentes sont groupés en un même lieu ou en un même ensemble d'appareillage, tous les appareils, machines, canalisations et appareils de commande électriques appartenant à un même genre de courant ou à une même tension sont séparés des autres, dans toute la mesure du possible. Ils sont en outre repérés conformément aux *sections 3.1.3.* et *5.1.6.*

Des dispositions appropriées, d'après les règles de l'art, sont prises pour que le fonctionnement et la manœuvre du matériel électrique ne puissent avoir des effets nuisibles sur d'autres machines, appareils ou canalisations électriques ou sur la source d'alimentation.

Ces effets concernent notamment:
- les surtensions transitoires;
- les courants de démarrage;
- les courants harmoniques;
- les composantes continues;
- les oscillations à haute fréquence;
- les courants de fuite;
- la fourniture de courant au réseau d'alimentation par certaines machines ou certains appareils de l'installation.

Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues

Toute installation de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues est pourvue des dispositifs nécessaires à garantir la prévention des risques dus aux influences mutuelles entre ces installations et les autres installations électriques, du point de vue de la protection contre les chocs électriques, l'incendie et les effets thermiques ainsi que du point de vue du fonctionnement satisfaisant (compatibilité), par exemple:
- séparation suffisante entre les câbles de télécommunication et les autres canalisations;
- schémas de mise à la terre communs ou séparés suivant les besoins de fonctionnement;
- choix et réalisation du câblage et des matériels fixes de télécommunication.

La référence au fonctionnement satisfaisant (compatibilité) vise les précautions à prendre contre les interférences mutuelles autres que les perturbations radio-électriques entre les télécommunications et les autres installations.

Le choix et la réalisation des matériels de télécommunication sont considérés uniquement du point de vue de leur sécurité et de leur compatibilité par rapport aux autres installations électriques.

Les mesures de sécurité électrique et de garantie de fonctionnement ainsi que définies soit dans la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit dans dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme sont d'application.

Chapitre 3.4. Installations de sécurité

Les installations de sécurité et leurs temps de maintien de la fonction sont déterminés sur base d'une analyse des risques par l'exploitant ou son délégué et figurent sur un ou plusieurs plans des installations de sécurité. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Chapitre 3.5. Installations critiques

Les installations critiques et leurs temps de maintien de la fonction (lors de l'utilisation d'une source de remplacement éventuelle en cas de perte de la source normale) sont déterminés sur base d'une analyse des risques par l'exploitant ou son délégué et figurent sur un ou plusieurs plans des installations critiques. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Partie 4. Mesures de protection

CHAPITRE 4.1. INTRODUCTION 43

CHAPITRE 4.2. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 43

Section 4.2.1. Généralités 43

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc 43

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés 43

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct 43

Sous-section 4.2.2.1. Moyens de protection 43

Sous-section 4.2.2.2. Dans les lieux ordinaires 47

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux du service électrique 47

Sous-section 4.2.2.4. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux 49

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect 50

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect 50

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre 50

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive contre les chocs électriques par contact indirect 51

Sous-section 4.2.3.4. Protection active avec coupure automatique de l'alimentation 52

Sous-section 4.2.3.5. Application des mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect 54

Section 4.2.4. Prévention des chocs électriques par contact indirect suite à la propagation du potentiel 54

Sous-section 4.2.4.1. Généralités 54

Sous-section 4.2.4.2. Mesures à prendre 54

CHAPITRE 4.3. PROTECTION CONTRE LES EFFETS THERMIQUES 55

Section 4.3.1. Généralités 55

Sous-section 4.3.1.1. Principes 55

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques 55

Sous-section 4.3.1.3. Influences externes 56

Section 4.3.2. Protection contre les brûlures 56

Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible 56

Sous-section 4.3.2.2. Installation du matériel électrique 57

Section 4.3.3. Protection contre l'incendie 57

Sous-section 4.3.3.1. Généralités 57

Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques 57

Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu 58

Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles 58

Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie 60

Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru 61

Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie 61

Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive 63

CHAPITRE 4.4. PROTECTION ÉLECTRIQUE CONTRE LES SURINTENSITÉS 63

Section 4.4.1. Généralités 63

Sous-section 4.4.1.1. Principe 63

Sous-section 4.4.1.2. Surintensités 64

Sous-section 4.4.1.3. Courant admissible dans les canalisations électriques 64

Sous-section 4.4.1.4. Branchements des utilisateurs de réseau 64

Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits 64

Sous-section 4.4.2.1. Principe 64

Sous-section 4.4.2.2. Pouvoir de coupure 64

Sous-section 4.4.2.3. Puissance de court-circuit 64
Sous-section 4.4.2.4. Courant de court-circuit.....64
Section 4.4.3. Protection contre les surcharges.....65
Sous-section 4.4.3.1. Principe.....65
Sous-section 4.4.3.2. Exceptions 65
CHAPITRE 4.5. PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS..... 65
CHAPITRE 4.6. PROTECTION CONTRE CERTAINS AUTRES EFFETS..... 65
Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension.....65
Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques.....65
Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination.....65
Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements 65

Chapitre 4.1. Introduction

Des mesures sont prises pour assurer la protection des personnes et des biens, dans les domaines suivants:
- protection contre les chocs électriques (*chapitre 4.2.*);
- protection contre les effets thermiques (*chapitre 4.3.*);
- protection contre les surintensités (*chapitre 4.4.*);
- protection contre les surtensions (*chapitre 4.5.*);
- protection contre les baisses de tension (*section 4.6.1.*);
- protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques (*section 4.6.2.*);
- protection contre les risques de contamination (*section 4.6.3.*);
- protection contre les risques dus aux mouvements involontaires ou au démarrage intempestif (*section 4.6.4.*).

Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques

Section 4.2.1. Généralités

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc

Un courant de choc dangereux peut traverser le corps humain si les conditions suivantes sont remplies:
1. le corps humain sert d'élément conducteur dans un circuit fermé;
2. les parties actives du matériel électrique ou les masses ou les éléments conducteurs étrangers se trouvent à des potentiels différant l'un de l'autre;
3. l'intensité du courant est suffisamment élevée ou la durée du passage du courant électrique dans le corps est suffisamment longue eu égard à son intensité pour produire des effets physiopathologiques dangereux.

Les mesures de protection contre les chocs électriques visent à empêcher la réalisation de l'une au moins de ces trois conditions. On distinguera les mesures actives des mesures passives selon que ces mesures entraîneront ou non la coupure du courant.

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés

Tous les domaines de tension sont admis pour l'alimentation du matériel électrique dans les lieux ordinaires et les lieux du service électrique.

Toutefois, dans les unités d'habitation, l'alimentation en haute tension est interdite.

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct

Sous-section 4.2.2.1. Moyens de protection

a. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs en haute tension est réalisée soit lors de la construction même du matériel électrique soit lors de son installation.

Le contact avec les parties actives non protégées du matériel électrique est rendu impossible ou difficile:
- soit au moyen d'enveloppes;
- soit par isolation;
- soit par éloignement;
- soit au moyen d'obstacles.

b. Protection au moyen d'enveloppes

La protection au moyen d'enveloppes contre les chocs électriques par les contacts directs est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces enveloppes satisfont aux conditions suivantes:

1. l'efficacité de la protection est assurée par la nature, l'étendue, la disposition, la stabilité, la solidité et éventuellement les propriétés isolantes des enveloppes compte tenu des contraintes auxquelles elles sont normalement exposées;
2. les enveloppes sont constituées de métal ou de matière isolante. Dans ce dernier cas, des mesures sont, si nécessaire, prises pour prévenir les effets nuisibles des courants de fuite et des charges électrostatiques;
3. l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes ou de leurs parties constitutives n'est possible que si au moins l'une des conditions suivantes est respectée:
   - les enveloppes ne doivent pouvoir être ouvertes ou enlevées qu'à l'aide d'un outil ou d'une clef;
   - un dispositif de verrouillage interdit l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes tant que les parties actives non protégées situées à l'intérieur et qui peuvent être fortuitement touchées en l'absence de cette protection n'ont pas été mises hors tension;
   - il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'ouverture ou de l'enlèvement des enveloppes;
   - il existe un ou des écrans intérieurs qui répondent aux conditions reprises sous le *point 1.* ci-dessus et qui sont disposés de telle façon que les parties actives non protégées ne puissent être fortuitement touchées tant que les enveloppes sont ouvertes ou enlevées. Le ou les écrans sont fixés à demeure ou se mettent en place automatiquement; ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

c. Protection par isolation

La protection par isolation contre les chocs électriques par contacts directs est obtenue lorsque les parties actives sont recouvertes d'un matériau isolant fixé ou maintenu en place de manière permanente et qui empêche tout contact avec ces parties actives. Cette isolation ne peut être enlevée que par destruction.

d. Protection par éloignement

La protection par éloignement, contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue:

- soit, lorsque les parties actives non protégées sont installées ou disposées à l'extérieur du volume d'accessibilité;
- soit, lorsqu'à l'intérieur du volume d'accessibilité, il n'y a pas de parties et pièces simultanément accessibles se trouvant à des potentiels dont la différence est supérieure aux tensions limites conventionnelles absolues (voir définition dans section *2.4.1.*).

La distance d_1 (voir section *2.4.1.*) du volume d'accessibilité doit être maintenue en toute circonstance entre la surface sur laquelle se tiennent, circulent ou travaillent des personnes et les parties actives, y compris les isolateurs. Dans les lieux exclusifs du service électrique, la distance entre la partie isolante de l'isolateur et la surface de circulation est de minimum 2,5 m.

Si la surface de circulation ou de travail n'est pas délimitée dans le sens horizontal de par sa disposition propre, elle l'est au moins par un élément matériel rigide qui est capable de s'opposer au passage fortuit d'une personne et dont la partie supérieure se trouve à une hauteur comprise entre 1 m et 1,2 m du sol.

e. Protection au moyen d'obstacles

e.1. Généralités

Cette méthode de protection est applicable à l'appareillage à haute tension non inclus dans des ensembles préfabriqués.

La protection au moyen d'obstacles, contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces obstacles sont constitués de métal et/ou de matière isolante. Ils satisfont aux mêmes conditions que celles prévues au *point b.* pour les enveloppes.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer par arrêté les dimensions minimales des obstacles et ce, chacun en ce qui le concerne.

Les obstacles sont, en outre, écartés des parties actives non protégées par la distance déterminée à la sous-section *5.1.3.2.*

Cette distance peut néanmoins être réduite de 20 % si:

- l'installation est raccordée à un réseau à haute tension dont la tension nominale entre phases est supérieure à 50 kV et dont le point neutre est mis à la terre de façon directe et permanente;
- l'installation est raccordée à un réseau de câbles souterrains dont la tension nominale entre phases est supérieure à 50 kV.

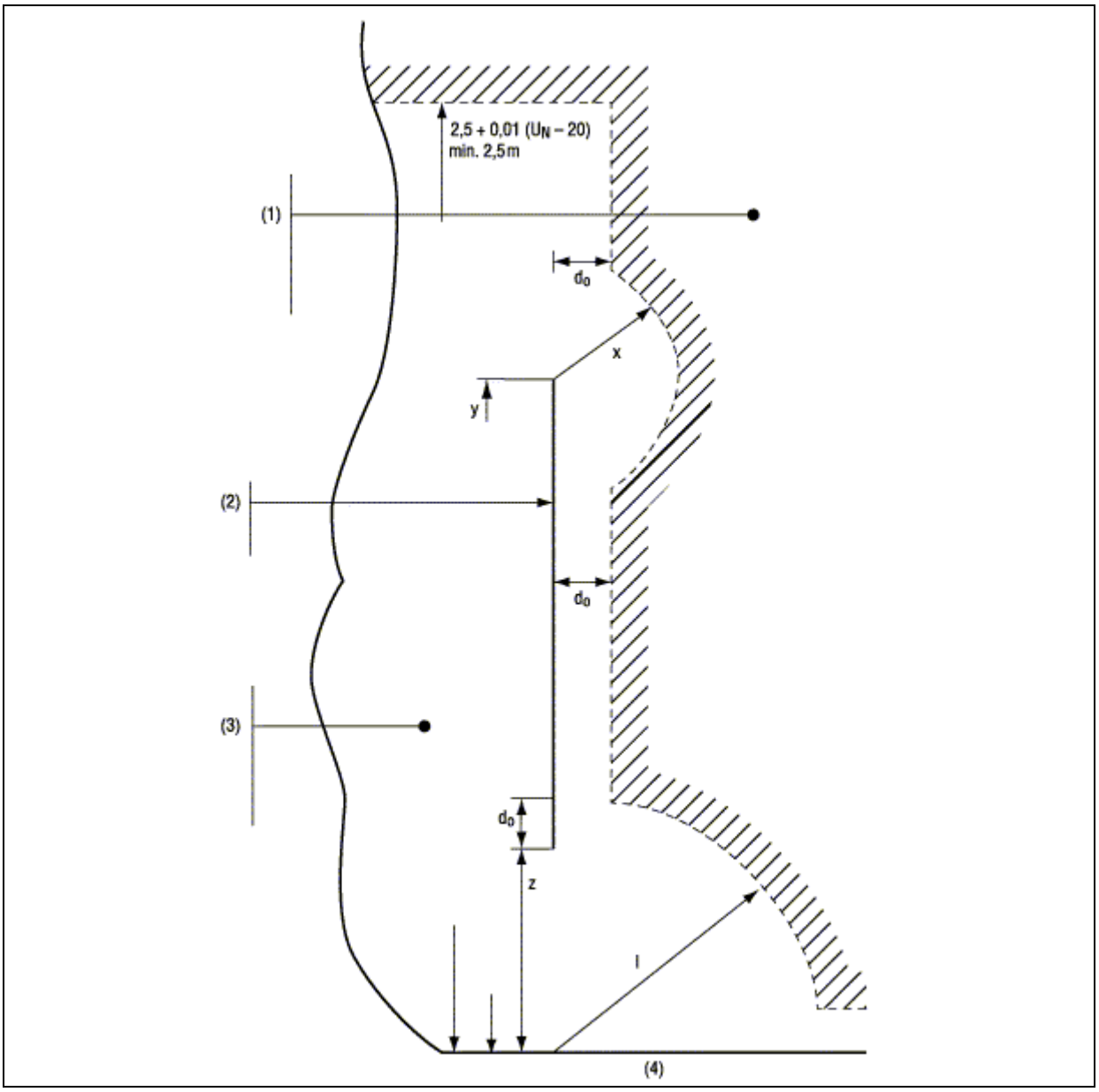
e.2. Dans les lieux exclusifs du service électrique

La protection au moyen d'obstacles, contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux exclusifs du service électrique définis au *point c.1.* de la sous-section *4.2.2.3.*, est obtenue lorsque les obstacles empêchent une approche fortuite des parties actives non protégées.

Les obstacles sont tels que leur efficacité est assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité, leur solidité et éventuellement leurs propriétés isolantes compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement exposés.

Les obstacles sont définis par la hauteur à laquelle se trouvent leurs bords supérieurs et inférieurs, ces hauteurs étant mesurées à partir du sol et étant dénommées respectivement y et z comme mentionné à la *figure 4.1.*

Figure 4.1. Distances minimales pour la protection au moyen d'obstacles



(1) Zone autorisée pour les parties actives non protégées
(2) Obstacle
(3) Emplacements de service ou d'entretien
(4) Sol
NB: distances exprimées en m et U_N en kV

La disposition des obstacles vis-à-vis du sol et des parties non protégées est, comme décrit à la figure ci-dessus, telle que:

1. la hauteur y de leur bord supérieur est au moins égale à 1,75 m; la hauteur z de leur bord inférieur est au plus égale à 0,50 m; toutefois les distances y et z peuvent être ramenées respectivement à 1,50 et 0,75 m si des nécessités d'ordre fonctionnel l'exigent;
2. dans l'espace situé à proximité et au-dessus du bord supérieur de l'obstacle, les parties actives non protégées sont écartées de ce bord supérieur:
   a) d'au moins la distance d_0 par rapport au plan de l'obstacle, donnée par l'une des formules suivantes:
      $d_0 = 0,05 + 0,00675\ (U_N - 1)$ si le degré de protection de l'obstacle est au moins IP2X;
      $d_0 = 0,10 + 0,00675\ (U_N - 1)$ si le degré de protection de l'obstacle est IP1X;
   formules où d_0 est donnée en mètres et U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure;

b) d'au moins la distance x par rapport au bord supérieur de l'obstacle, donnée par la formule
$x = 2 + 0{,}01\ (U_N - 20) - y$
formule où x et y sont données en mètres, U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation telle qu'elle est déterminée par le distributeur, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure, et y est la hauteur du bord supérieur de l'obstacle par rapport au sol;

3. dans l'espace situé à proximité et en-dessous du bord inférieur de l'obstacle, les parties actives non protégées sont éloignées par rapport à la droite d'intersection du plan de l'obstacle et du plan du sol d'au moins la distance l donnée en mètres par la formule
$l = z + d_0$
les grandeurs z et d_0 étant définies ci-avant;
4. dans l'espace situé derrière l'obstacle, les parties actives non protégées en sont écartées de la distance d_0.

Sous-section 4.2.2.2. Dans les lieux ordinaires

a. Choix des modes de protection

Pour la haute tension la protection contre les chocs électriques par contacts directs est assurée:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*);
- soit au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.1.*).

Le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins égal à IPXX-D.

Les degrés de protection dont il est question ci-avant ne sont pas requis pour les ouvertures fonctionnelles (comme par exemple les ouvertures d'aération ou celles nécessaires au fonctionnement du matériel) à condition que des mesures constructives soient prises pour qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec les parties actives non protégées.

b. Etablissements où sont occupés des travailleurs visés à l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail

Les câbles souples pourvus d'une protection par isolation peuvent être utilisés pour l'alimentation de machines et appareils électriques à haute tension, des mesures étant prises, si nécessaire, pour éviter le danger de charges électrostatiques.

c. Lieux ordinaires accessibles au public

Dans les lieux ordinaires accessibles au public, les parties constitutives des enveloppes et obstacles sont telles qu'elles ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties.

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux du service électrique

a. Prescriptions relatives au lieu du service électrique

a.1. Cloisons et clôtures

Les obstacles, dénommés ci-après clôture/50 mm ou clôture/120 mm ne permettent pas respectivement le passage d'une longue barre rectiligne de 50 mm ou de 120 mm de diamètre.

Le lieu du service électrique est délimité par des cloisons ou clôtures/50 mm. Les clôtures/120 mm sont uniquement admises si le lieu du service électrique est établi à l'air libre.

Les cloisons ou clôtures des emplacements clôturés ne présentent pas de possibilités d'escalade aisée et ont une hauteur minimale de 2 mètres.

a.2. Ouvertures fonctionnelles

Les cloisons ou clôtures précitées peuvent comporter des ouvertures fonctionnelles.

En ce qui concerne les ouvertures fonctionnelles, des mesures appropriées sont prises pour conserver aux cloisons ou clôtures le degré de protection qu'elles ont vis-à-vis de l'introduction de corps étrangers.

Pour les interstices laissés par ces ouvertures, des mesures sont prises pour éviter qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec des parties actives non protégées.

Les fenêtres sont prohibées à moins que des dispositions ne soient prises pour éviter soit le bris de vitres, soit éliminer le danger pouvant résulter d'un bris de vitre. Elles sont fixes ou conçues de telle sorte qu'en cas d'ouverture, tout danger de contact avec une partie active non protégée soit impossible.

Les portes d'accès installées dans les cloisons s'ouvrent vers l'extérieur. Elles doivent pouvoir en tout temps être ouvertes de l'intérieur sans clé.

a.3. Protection contre les chocs électriques par contacts directs des personnes se trouvant à l'extérieur du lieu du service électrique

a.3.1. Mesure relative au contournement par le haut des cloisons ou des clôtures.
Aucune partie active non protégée ne peut se trouver dans le lieu du service électrique non recouvert à une distance inférieure à

$$2{,}5\ \text{m} + 0{,}01\ (U_N - 20) - h$$

avec un minimum de 2,5 – h du bord supérieur des cloisons ou des clôtures, h représentant la hauteur de ces cloisons ou clôtures en m.
U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

a.3.2. Mesure concernant l'introduction d'objets longs dans les trous des clôtures.
Aucune partie active non protégée ne peut se trouver à moins d'une distance horizontale d_h du plan des clôtures, d_h étant égale à:
- 2,5 m + 0,01 (U_N – 20) avec un minimum de 2,5 m dans le cas des clôtures/50 mm;
- 5 m + 0,01 (U_N – 20) avec un minimum de 5 m dans le cas des clôtures/120 mm.

a.3.3. Mesure concernant les portes ou barrières accessibles au public
Lorsqu'un lieu du service électrique jouxte directement un lieu ordinaire accessible au public, la ou les portes ou barrières séparant ces deux lieux sont soit surveillées, soit fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties.

a.4. Signalisation

Les lieux du service électrique sont signalés de façon claire et visible par des panneaux tels que prévus à la *partie 9*.

a.5. Personnes autorisées

Seuls les personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent pénétrer dans un lieu du service électrique.

a.6. Passages

Les passages de circulation sont interdits.
Les passages d'entretien ou de service d'une longueur supérieure à 20 m, sont accessibles à leurs deux extrémités.

a.7. Eclairage

Le lieu du service électrique installé dans un local est pourvu d'un éclairage artificiel fixe.

Dans les locaux où la protection par éloignement est utilisée, les mesures nécessaires sont prises pour permettre l'évacuation de manière sûre des personnes au cas où l'éclairage fait défaut.

b. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique

b.1. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique est assurée en respectant les prescriptions de la *sous-section 4.2.2.2.* relatives aux lieux ordinaires.

Toutefois, il est autorisé d'y déroger dans les limites mentionnées au *point b.2.* ci-après.

b.2. Prescriptions dérogatoires

S'il est fait usage de la protection au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.*) ou au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*), leur degré de protection est au moins IPXX-B.

c. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux exclusifs du service

électrique

c.1. Généralités

Dans les lieux du service électrique qui servent exclusivement à l'exploitation d'installations électriques et qui sont fermés à clé ou par tout autre dispositif qui en empêche l'accès aux personnes non autorisées, il est autorisé de déroger aux prescriptions de *4.2.2.3.b.* de la manière mentionnée au *point c.2.*

Les lieux du service électrique où il est fait usage de cette dérogation sont appelés des lieux exclusifs du service électrique.

Sont assimilés à un lieu exclusif du service électrique quel que soit leur emplacement, les armoires, tableaux et ensembles de distribution dans lesquels on peut pénétrer, c'est-à-dire les enveloppes dans lesquelles se trouve enfermé du matériel électrique de telle sorte que l'espace libre à l'intérieur de ces enveloppes soit suffisamment grand pour qu'une personne puisse y entrer normalement et y travailler pour des raisons d'entretien.

c.2. Prescriptions dérogatoires

Pour la haute tension, la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.*) est en outre admise. Est également autorisée la protection au moyen d'obstacles dans les conditions prescrites à *4.2.2.1.e.2.*

De plus, le degré de protection des enveloppes (*4.2.2.1.b.*) et des obstacles (*4.2.2.1.e.*) est au moins IPXX-A.

Sous-section 4.2.2.4. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux

a. Généralités

Dans certains cas explicitement mentionnés dans la suite du présent Livre et notamment dans les cas suivants, pour ce qui concerne les prescriptions relatives à la haute tension:
- installations à faible puissance (*b.*);
- laboratoires électriques et plates-formes d'essais (*c.*);
- installations d'électrofiltres (*d.*);
- fours électriques industriels (*e.*);
- ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer (*f.*).

il est admis de se dispenser totalement ou partiellement de mesures de protection contre les chocs électriques par contacts directs, moyennant le respect de certaines conditions.

b. Installations à faible puissance

Les parties actives du matériel électrique d'une puissance limitée peuvent rester nues dans les conditions prévues soit dans les normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes et relatives à ce matériel. Pour des applications particulières, d'autres conditions peuvent être déterminées par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions.

c. Laboratoires électriques et plates-formes d'essais

Les laboratoires électriques et plates-formes d'essais sont des lieux fermés du service électrique.

Toutefois, les plates-formes d'essais peuvent être réalisées dans des lieux ordinaires non accessibles au public moyennant le respect des conditions suivantes:
- une délimitation est établie à 1 m de hauteur;
- l'accès n'est permis qu'aux personnes qui y sont appelées pour leur service;
- des instructions adéquates sont données et des indications bien visibles attirent l'attention des intéressés sur le danger;
- les parties du lieu utilisées aux fins d'essais sont, durant ceux-ci, spécialement surveillées de manière que l'on ne puisse s'approcher par inadvertance des installations ou des éléments qui pourraient être portés à une tension supérieure à 500 V en courant alternatif ou à 750 V en courant continu;
- lorsque les prescriptions relatives à la protection contre les chocs électriques par contacts directs ne peuvent être observées en raison de la nature même des travaux, il est fait usage de moyens de protection assurant la sécurité des personnes et des choses.

d. Installations d'électrofiltres

Les installations de filtres électrostatiques du type mobile sont des appareils à enveloppe (*4.2.2.1.b.*). Ces appareils sont pourvus d'inscriptions concernant le danger existant lors de l'ouverture de l'enveloppe. Les enveloppes ne peuvent être ouvertes qu'à l'aide d'un outil et la tension est coupée automatiquement dès l'ouverture de l'enveloppe.

Dans les installations fixes d'électrofiltres, toutes les pièces sous tension peuvent rester nues.

Ces installations se trouvent dans les lieux fermés du service électrique; si tel n'est pas le cas, on utilise des appareils pour lesquels la protection contre les chocs électriques par contacts directs se fait au moyen d'enveloppe (*4.2.2.1.b.*) ou par mise hors de portée au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.*). Toute installation à haute tension est automatiquement mise hors tension dès qu'une porte d'accès à la partie électrique est ouverte.

e. Fours électriques industriels

Les fours électriques peuvent être établis dans des lieux ordinaires non accessibles au public sous réserve de prévoir au moins une protection partielle contre les contacts directs:
- soit mise hors de portée par éloignement (*4.2.2.1.d.*);
- soit à l'aide d'obstacles (*4.2.2.1.e.*).

f. Ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer

f.1. Mesures de protection

Les ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer peuvent être installés dans des lieux ordinaires accessibles au public. Les parties constitutives de ces enveloppes ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties.

En outre les précautions à prendre pour la protection des personnes effectuant les manœuvres ou commandes de l'appareillage contre les chocs électriques par contact direct, lors de l'ouverture de la ou des portes, sont celles prévues à *4.2.2.3.c.* pour les locaux exclusifs du service électrique.

f.2. Manœuvre ou commande

Si la commande ou la manœuvre de l'appareillage électrique peut se faire de l'extérieur, cette commande ou manœuvre ne peut être effectuée qu'à l'aide d'une clé amovible spéciale ou de tout autre dispositif amovible spécial.

Si l'appareillage ne peut pas être commandé ou manœuvré de l'extérieur, seules des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent les exécuter.

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect

La protection contre les chocs électriques par contacts indirects doit, dans les installations à haute tension, être assurée:
1. en limitant la probabilité de l'apparition d'un défaut pouvant entraîner des tensions de contact dangereuses.
   Pour ce faire, il convient de s'assurer que:
   - le matériel électrique a été conçu, construit, choisi et installé de façon à pouvoir être utilisé en toute sécurité;
   - le matériel électrique est utilisé conformément à sa destination;
   - le matériel électrique est entretenu de manière appropriée.
2. en connectant toutes les masses de l'installation électrique à haute tension à une prise de terre;
3. en prenant toutes les mesures de protection complémentaires, selon le cas:
   - par la mise en œuvre de mesures de protection passives, et/ou,
   - par la mise en œuvre de mesures de protection actives.

Si diverses mesures de protection sont appliquées simultanément, elles ne peuvent ni s'annuler ni s'influencer négativement.

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre

a. Généralités

L'installation de mise à la terre comprend:
- les prises de terre;
- les conducteurs de terre;

- les conducteurs de protection;
- les éventuelles liaisons équipotentielles.

La réalisation des éléments constituant une installation de mise à la terre est décrite *au chapitre 5.4.*

b. Valeur de la résistance de terre

b.1. Généralités

La résistance de dispersion de la prise de terre destinée à la protection est aussi faible que possible quels que soient les moyens de protection complémentaire mis en œuvre dans les installations électriques.

b.2. Valeur maximale

Excepté pour les cas mentionnés ci-dessous, la valeur de la résistance de terre (R_E) de la prise de terre est inférieure ou égale à 10 Ω.

Dans le cas où l'installation est raccordée à une terre globale, cette limite est de 15 Ω.

Si la résistivité du sol est supérieure à 150 Ωm, ces limites sont définies par la formule ci-dessous:

$$15 \frac{\rho_E \ (\Omega m)}{150 \ (\Omega m)} \ \Omega$$

avec ρ_E la résistivité locale du sol à 1 m de profondeur. Ces valeurs ne sont pas d'application pour le cas particulier défini au *point b.6.1.* de *5.4.2.2.*, néanmoins l'impédance de terre Z_E doit être inférieure à 1 Ω.

b.3. Valeur initiale

La valeur de la résistance de terre (R_E) est mesurée avant la mise en usage. Elle s'appelle «valeur initiale de la résistance de terre».

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive contre les chocs électriques par contact indirect

a. Généralités

Les mesures de protection passives sont des mesures qui ne reposent pas sur la coupure de l'alimentation et qui se limitent à des machines et des appareillages électriques isolés ou à des équipements électriques locaux, afin de rendre impossible l'accès simultané de parties entre lesquelles, en raison d'un défaut dans l'installation à haute tension, la tension de contact peut atteindre une valeur dangereuse.

Cette protection consiste à prendre les mesures suivantes soit séparément soit en combinaison:
1. l'enveloppement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
2. l'isolation des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
3. l'éloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
4. la protection par écran des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
5. la réalisation d'une zone équipotentielle mise à la terre.

Nonobstant les mesures de protection citées ci-avant, les masses du matériel à haute tension doivent localement être mises à la terre.

b. Enveloppement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

L'enveloppement des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers, est considéré comme efficace si, dans le volume d'accessibilité au toucher:
1. l'enveloppement des masses et éléments conducteurs étrangers est réalisé de telle sorte que le niveau de rigidité correspond à la tension de contact présumée qui est au maximum égale à $U_E/2$;
2. l'enveloppement est convenablement fixé et résiste aux forces auxquelles il peut être exposé.

c. Isolation des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension ou vice versa

L'isolation des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers est considérée comme efficace si, dans le volume d'accessibilité au toucher:

1. l'isolation des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers ou le positionnement isolé des éléments conducteurs étrangers, est réalisée de telle sorte que le niveau d'isolation correspond à la tension de contact présumée qui est au maximum égale à $U_E/2$;
2. les moyens d'isolation utilisés sont convenablement fixés et résistent aux forces auxquelles ils peuvent être exposés.

d. Eloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

L'éloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension est considéré comme efficace lorsqu'il est impossible que des personnes puissent, dans des circonstances d'exploitation normales, accéder simultanément à une masse à haute tension d'une part, et à une masse d'une installation à une autre tension et/ou à un élément conducteur étranger d'autre part.

Cet éloignement est considéré comme suffisant lorsque la distance horizontale et verticale atteint au moins 2,5 m.

Dans les lieux du service électrique, la distance horizontale peut être ramenée à 1,25 m.

e. Protection au moyen d'obstacles des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

Les obstacles utilisés comme écrans de protection des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension sont considérés comme efficaces si, dans le volume d'accessibilité au toucher:

1. la distance à franchir entre les masses à haute tension d'une part et les masses des installations à basse et très basse tension ainsi que les éléments conducteurs étrangers d'autre part est au moins de 2,5 m; et
2. la hauteur du bord supérieur de l'obstacle s'élève au minimum à 1,25 m.

Dans les lieux du service électrique, la distance horizontale peut être réduite à 1,25 m.

Les obstacles doivent être constitués de matériaux non conducteurs, dûment fixés et résister aux forces auxquels ils peuvent être exposés.

f. Réalisation d'une zone équipotentielle mise à la terre

Toutes les masses et les éléments conducteurs étrangers accessibles simultanément doivent être reliés galvaniquement à une installation de mise à la terre locale, de telle sorte qu'en cas de défaut dans l'installation à haute tension, l'apparition de différences de potentiel supérieures à celles qui sont définies par la courbe de sécurité reprise à la *figure 2.1.* (voir section *2.4.1.*) soit exclue. Des éléments conducteurs qui ne peuvent pas être à l'origine de différence de potentiel dangereux, ne doivent pas être mis à la terre (portes ou grilles de ventilation métalliques incorporées dans la maçonnerie...).

A cet effet, il y a lieu de prendre les mesures suivantes:

1. réalisation, au moyen d'un réseau maillé placé en dessous de l'installation, d'une zone équipotentielle mise à la terre.
   Ce réseau maillé dont les dimensions sont au moins égales à celles de l'installation est constitué:
   - soit de l'armature de la dalle de fondation, à condition que les treillis d'armatures soient reliés aux treillis voisins à au moins deux endroits et que l'ensemble soit relié par au moins deux liaisons éventuellement déconnectables à l'installation de mise à la terre locale;
   - soit d'un treillis métallique dont les mailles ont au maximum 10 m de côté.
2. maîtrise du gradient de potentiel au bord de la zone. Ceci peut se faire notamment par l'enfouissement d'une ou de plusieurs boucles de terre autour de la zone. Ces boucles de terre peuvent être complétées par des piquets de terre enfouis obliquement dans le sol. Si la maîtrise du gradient de potentiel ne peut être garantie, il y a lieu de prendre des mesures passives complémentaires, comme par exemple le recouvrement du sol par un matériau non conducteur ou le placement de clôtures isolées.

Sous-section 4.2.3.4. Protection active avec coupure automatique de l'alimentation

a. Généralités

Cette mesure de protection vise à limiter dans le temps, par coupure de l'alimentation, les tensions de contact qui peuvent être dangereuses en cas de défaut dans l'installation à haute tension.

L'application de cette mesure nécessite:
1. la mise à la terre locale des masses du matériel à haute tension;
2. l'utilisation d'appareils de coupure du courant dotés d'une caractéristique de fonctionnement telle qu'il n'y ait pas de différences de potentiel dangereuses, en tenant compte de la valeur des impédances des boucles de défaut et des caractéristiques du réseau.

Cette mesure de protection est considérée comme remplie lorsqu'une des conditions ci-après est satisfaite:
1. pour les installations accessibles uniquement à des personnes BA4 ou BA5, les masses à haute tension bénéficient d'une mise à la terre globale et la durée du défaut ne dépasse pas 5 secondes; ou
2. l'élévation du potentiel de terre U_E (calculée ou mesurée) est limitée à la tension de contact admissible U_{Tp}:
   $U_E \leq U_{Tp}$

Lorsque les masses à haute tension se trouvent dans le voisinage immédiat (distance horizontale < 5 m) de leur prise de terre, l'élévation du potentiel de terre peut atteindre au maximum deux fois la tension de contact admissible.

Pour déterminer l'élévation du potentiel de terre et la tension de contact d'une installation, toutes les prises de terre faisant partie de l'installation de mise à la terre peuvent entrer en ligne de compte.

La tension U_E peut être approchée par la formule

$$U_E < I_f \cdot Z_E$$

dans laquelle:
- I_f: courant de défaut phase-terre (A) présumé à l'endroit de l'installation;
- Z_E: impédance de terre (Ω).

Pour la détermination de la tension de contact admissible, des résistances additionnelles (chaussures ou surface de sol présentant une résistance élevée au passage de courant électrique) peuvent être prises en compte.

Dans ce cas, la valeur de la tension de contact admissible est définie par la formule suivante:

$$U_{STp} < U_{Tp} + (R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_B$$

avec

$$I_B = U_{Tp} / Z_B$$

dans laquelle:
- U_{STp}: tension de contact admissible (V) entre les mains et la terre, compte tenu de la résistance de la chaussure et du revêtement de sol
- Z_B: impédance du corps humain (Ω)
- I_B: intensité corporelle (A)
- R_{a1}: résistance des chaussures (Ω)
- R_{a2}: résistance superficielle du sol (Ω)

b. Caractéristiques du réseau

Les équipements de protection visés nécessitent la coordination entre:
1. les caractéristiques du réseau; et
2. les caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de coupure.

L'exploitant du réseau à haute tension détermine le schéma-type de son réseau. Sur demande de l'installateur, l'exploitant du réseau d'alimentation à haute tension lui fournit les caractéristiques du réseau.

Sous-section 4.2.3.5. Application des mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect

Lorsque les conditions de la *sous-section 4.2.3.4.* ne sont pas remplies, il convient d'appliquer des mesures de protection passive supplémentaires.

Lorsque des mesures adéquates ont été prises pour assurer la protection contre les tensions de contact, il est supposé que la protection contre les tensions de pas est également assurée.

Section 4.2.4. Prévention des chocs électriques par contact indirect suite à la propagation du potentiel

Sous-section 4.2.4.1. Généralités

Des mesures doivent être prises pour éviter qu'à la suite d'un défaut d'isolation dans une installation à haute tension, la propagation du potentiel via des conducteurs actifs, via l'installation de terre ou via des parties conductrices étrangères à l'installation, puisse donner lieu à des tensions de contact dangereuses.

A cet égard, la continuité des éléments conducteurs étrangers qui transitent entre la zone de dispersion de la prise de terre à haute tension et une zone à potentiel de sol neutre doit être interrompue par un matériau isolant adéquat.

En ce qui concerne les schémas de mise à la terre en basse tension (TN, TT, IT) qui sont utilisés dans cette section, voir Livre 1.

Sous-section 4.2.4.2. Mesures à prendre

a. Mesures générales

La mise à la terre du point neutre d'une installation à basse tension, les éléments conducteurs étrangers à l'installation, les prises de terre des installations à basse ou très basse tension sont installés en dehors de la zone de dispersion de la prise de terre à haute tension.

b. Exceptions vis-à-vis des mesures générales

b.1. Les masses du matériel à basse tension et à très basse tension d'une installation de schéma TT ou IT situées dans un même local que celui de l'installation à haute tension peuvent être reliées à la mise à la terre haute tension pour autant que les prescriptions du *tableau 4.1.* soient rencontrées ou que le réseau haute tension bénéficie d'une mise à la terre globale.

b.2. Les masses du matériel BT et TBT ainsi que les éléments conducteurs étrangers, situés dans le même bâtiment que les masses HT peuvent être reliés à la mise à la terre HT pour autant qu'une liaison équipotentielle efficace soit réalisée.

Dans le cas d'une mise à la terre globale, les sections des conducteurs équipotentiels sont au moins égales à:
- la moitié de celle du conducteur de protection relié à une masse, le conducteur de terre étant exclu, si la liaison équipotentielle relie cette masse à un élément conducteur étranger;
- la plus petite section des conducteurs de protection reliés, à des masses d'appareils différents; dans ce cas, il y a lieu de s'assurer que la réalisation d'une liaison équipotentielle entre ces deux masses appartenant à des circuits de sections très différentes ne risque pas de provoquer, dans le conducteur de protection de plus faible section, le passage d'un courant de défaut provoquant une contrainte thermique supérieure à celle admissible dans ce conducteur.

En tout cas, les sections ne peuvent être inférieures à:
- 2,5 mm^2 lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement;
- 4 mm^2 lorsqu'ils ne le sont pas.

b.3. Le point neutre d'une installation à basse tension peut être raccordé à une installation de mise à la terre à haute tension à condition que:
- dans le cas d'un réseau basse tension de schéma TN, il n'y ait pas de risque de tensions de contact dangereuses dues à la propagation de potentiel via le conducteur neutre et le conducteur de protection en dehors de la zone équipotentielle;
- dans le cas d'un réseau basse tension de schéma TT, il n'y ait pas de risque de dépassement de la tension de tenue de l'isolation du matériel à basse tension.

Ces conditions sont considérées comme remplies lorsque:
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TN et les masses BT et TBT ainsi que les

éléments conducteurs étrangers situés dans un même bâtiment, sont reliés ensemble par une liaison équipotentielle efficace;
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TN et l'élévation du potentiel de terre U_E des masses BT et TBT et des éléments conducteurs étrangers ne dépasse pas les valeurs indiquées au *tableau 4.1.*, dans lequel la tension de contact admissible U_{Tp} est prise égale à la tension limite relative conventionnelle $U_L(t)$ (voir section 2.*4.1.*). La tension U_E peut être approchée par la formule $U_E < I_f \cdot Z_E$, sachant que Z_E est mesurée en interconnectant temporairement la mise à la terre basse tension avec la mise à la terre haute tension;
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TT et que le réseau haute tension bénéficie d'une mise à la terre globale.

c. Mesures particulières

Lorsqu'à l'intérieur de la zone de dispersion d'une installation de mise à la terre HT, il n'est pas possible d'éviter des tensions de contact dangereuses, suite à la propagation de potentiel, il y a lieu de rendre inaccessibles les masses des installations à basse ou à très basse tension et/ou les éléments conducteurs étrangers à l'installation qui se trouvent dans cette zone de dispersion et qui sont galvaniquement reliés à la terre neutre.

Cette inaccessibilité peut être obtenue:
- soit par obstacle;
- soit par isolement;
- soit par éloignement en dehors du volume d'accessibilité des emplacements d'entretien et de service.

Tableau 4.1. Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre

Type de réseau de l'installation BT	Durée du défaut	La mise à la terre de l'installation à basse tension et de haute tension sont communes	
		Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre	
		(En ce qui concerne la tension de contact transférée)	(En ce qui concerne la tension de tenue de l'isolation du matériel)
TT	$t \leq 5$ s $t > 5$ s	Pas d'application	$U_E \leq 1200$V $U_E \leq 250$V
TN		$U_E \leq U_{Tp}$ (1) $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$ (2)	Pas d'application

(1) Le conducteur PE(N) de l'installation à basse tension est mis à la terre uniquement par liaison à l'installation de mise à la terre à haute tension.

(2) Le conducteur PE(N) de l'installation à basse tension est mis à la terre en des points multiples, répartis aussi régulièrement que possible, pour s'assurer que le potentiel du conducteur de protection demeure, en cas de défaut, aussi proche que possible de celui de la terre.

Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques

Section 4.3.1. Généralités

Sous-section 4.3.1.1. Principes

Les personnes et les biens qui se trouvent à proximité de matériel électrique sont protégés contre les effets thermiques dus au fonctionnement de ce matériel et, notamment, contre les effets suivants:
- les risques de brûlures;
- les risques d'incendie:
  - combustion ou dégradation du matériau:
  - atteinte à la sécurité de fonctionnement du matériel électrique installé;
  - propagation de l'incendie par l'installation électrique;
- les risques d'explosion.

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques

Matériau: matière intervenant dans des éléments de construction et dans la fabrication du matériel électrique.

Matériau non combustible: matériau non susceptible d'être en état de combustion. En pratique, un matériau est qualifié de non combustible lorsque, au cours d'un essai normalisé, durant lequel il est

exposé à un échauffement prescrit, aucune manifestation extérieure indiquant un dégagement notable de chaleur n'est constatée.

Matériau combustible: matériau susceptible d'être en état de combustion c'est-à-dire d'être en réaction avec l'oxygène avec dégagement de chaleur, le phénomène étant généralement accompagné d'une émission de flammes et/ou d'incandescence. A cet égard, les concentrations en oxygène à considérer ne dépassent pas, sauf cas exceptionnels, celles que l'on rencontre normalement dans l'air.

Matériau inflammable (matériau propagateur de la flamme): matériau susceptible d'entrer et de rester en état de combustion en phase gazeuse, généralement avec émission de lumière pendant qu'il est soumis à une source de chaleur ou après l'y avoir été.

Matériau retardateur de flamme: matériau qui a la propriété, éventuellement après traitement, de retarder la propagation de la flamme.

Matériau auto-extinguible (matériau non propagateur de la flamme): matériau qui a la propriété d'arrêter par lui-même sa combustion, une fois enlevée la source de chaleur provoquant cette combustion.

Matériau ignifugé: matériau qui, par traitement, a acquis la propriété de supprimer ou diminuer sensiblement l'aptitude à la combustion.

Point d'éclair: température la plus basse, corrigée pour une pression de 101,325 kPa, à laquelle le liquide d'essai dégage des vapeurs, dans les conditions définies dans la méthode d'essai, en quantité telle qu'il en résulte dans le récipient d'essai un mélange vapeur/air inflammable.

Sous-section 4.3.1.3. Influences externes

Les influences externes suivantes sont prises en considération dans le choix du matériel électrique et des mesures de précautions à prendre pour la protection contre les effets thermiques:
- la nature des matières traitées ou entreposées (BE; voir *section 2.10.15.*);
- les matériaux de construction (CA; voir *section 2.10.16.*);
- les structures des bâtiments (CB; voir *section 2.10.17.*).

Section 4.3.2. Protection contre les brûlures

Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible

Les surfaces externes des enveloppes des machines, appareils et canalisations électriques disposés à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher n'atteignent pas des températures susceptibles de provoquer des brûlures aux personnes et satisfont aux limites appropriées définies au *tableau 4.2.*

Tableau 4.2. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher

Surfaces extérieures	*Températures maximales (°C)*
– des organes de commande manuels	
• *métalliques*	55
• *non-métalliques*	65
– prévues pour être touchées en service normal mais non destinées à être tenues à la main de façon continue	
• *métalliques*	70
• *non-métalliques*	80
– accessibles mais non destinées à être touchées en service normal	
• *métalliques*	80
• *non-métalliques*	90

La distinction entre surfaces métalliques et non métalliques dépend de la conductibilité thermique de la surface considérée.

Des couches de vernis et de peintures ne sont pas considérées comme modifiant la conductibilité thermique de la surface.

Par contre, certains revêtements plastiques peuvent réduire sensiblement la conductibilité thermique d'une surface métallique et permettre de la considérer comme non métallique.

Toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées dans ce tableau, sont protégées contre tout contact accidentel.

Sous-section 4.3.2.2. Installation du matériel électrique

Le matériel électrique ne répondant pas aux prescriptions de la *sous-section 4.3.2.1.* et toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées au tableau de la *sous-section 4.3.2.1.*, sont protégés contre tout contact accidentel avec les personnes, soit par éloignement, soit par séparation à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement isolants.

Les machines et appareils électriques pouvant présenter un effet de focalisation ou de concentration de la chaleur sont:
- soit éloignés d'une distance telle que les personnes ne puissent être soumises à un effet de concentration dangereuse de la chaleur;
- soit séparés de ces personnes à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement isolants.

Section 4.3.3. Protection contre l'incendie

Sous-section 4.3.3.1. Généralités

Les dispositions visées dans la *section 4.3.3.* s'appliquent à chaque lieu (local ou emplacement) et à chaque installation électrique comme par exemple des installations fixe, temporaire, intérieure, extérieure, mobile ou transportable.

Lors du choix et de l'installation du matériel électrique, des équipements, … dans un lieu, on doit tenir compte du danger d'incendie prévisible afin:
- de ne pas provoquer un incendie en fonctionnement normal;
- de limiter les conséquences de tout défaut pouvant provoquer un incendie;
- de limiter la propagation d'un incendie et la production de fumée.

Pour les installations de sécurité, les mesures de protection complémentaires contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.4.* Pour les installations critiques, les mesures de protection complémentaires éventuelles contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.5.*

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant doit démontrer le choix et l'installation corrects du matériel électrique et des équipements en ce qui concerne la protection contre l'incendie. Les documents qui le démontrent font partie du dossier de l'installation électrique (voir *section 9.1.1.*) ou ils sont tenus à disposition de toute personne concernée qui peut les consulter. Ces documents sont entre autres les fiches techniques et les notices d'instructions du matériel électrique, les analyses des risques, le document des influences externes, …

Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques

Ouvrage de construction: structure liée au sol qui est faite de matériaux de construction et de composants et/ou qui résulte de travaux de construction. Dans ce contexte, la préparation du sol (plantations, semences, ...) à des fins agricoles n'est pas considérée comme ouvrage de construction.

Bâtiment: tout ouvrage de construction qui constitue un espace couvert accessible aux personnes, entouré totalement ou partiellement de parois.

Ouvrage de génie civil: chaque ouvrage de construction non classé en bâtiment tel que par exemple pont, tunnel, …

Compartiment: partie d'un bâtiment éventuellement divisée en locaux ou partie d'un ouvrage de génie civil, et délimitée par des parois dont la fonction est d'empêcher, pendant une durée déterminée, la propagation d'un incendie au(x) compartiment(s) contigu(s).

Voie d'évacuation: chemin continu et sans obstacle permettant d'atteindre un lieu sûr en utilisant les voies de circulation normales. On entend par lieu sûr: lieu situé à l'extérieur de l'ouvrage de construction ou, le cas échéant, la partie de l'ouvrage de construction située en dehors du compartiment où se développe l'incendie et à partir de laquelle on peut quitter l'ouvrage de construction sans devoir passer par ce compartiment.

Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu

a. Généralités

Le danger d'incendie dans un lieu est défini sur base des trois influences externes suivantes:

- la nature et la quantité des matières traitées et entreposées (BE);
- la combustibilité des matériaux de construction (CA);
- la structure (CB).

On distingue deux niveaux possibles de danger d'incendie dans un lieu:

- le danger d'incendie normal;
- le danger d'incendie accru.

Les lieux avec un danger d'incendie normal sont caractérisés par l'ensemble des trois influences externes suivantes: BE1, CA1 et CB1.

Les lieux avec un danger d'incendie accru sont caractérisés par au moins l'une des influences externes suivantes: BE2 ou BE3 ou CA2 ou CB2.

b. Lieux particuliers

Les installations électriques dans un lieu caractérisé par l'influence externe CB3 ou CB4 peuvent être réalisées sur base d'une analyse des risques comme celles dans un lieu avec un danger d'incendie accru.

Les lieux avec un transformateur de puissance ou un générateur ne sont pas nécessairement considérés comme des lieux à danger d'incendie accru; ceci fait partie de la détermination des influences externes (*section 9.1.5.*).

Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles

a. Champ d'application

La classification est d'application pour les conducteurs isolés et les câbles d'énergie.

b. Réaction au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une réaction au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux classes reprises dans le *tableau 4.3.* conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Les classes C, C_L, E et E_L mentionnées dans la *section 5.2.7.* sont aussi à considérer conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Ces classes concernent:

- les produits de construction à l'exception des revêtements de sol, des produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie et des câbles électriques (classes C et E);
- les produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie (classes C_L et E_L).

Tableau 4.3. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

Type de conducteur isolé et câble	Classe	Contribution à l'incendie	Classification supplémentaire
Incombustible	A_{ca}	Aucune	
Conducteurs isolés et câbles à performance au feu supérieure	$B1_{ca}$	Minime	Production de fumée : s1 indiqué par s1 ou s1a ou s1b s2 s3 Acidité des fumées : a1 a2 a3
Conducteurs isolés et câbles à performance au feu améliorée	$B2_{ca}$	Très limitée	
	C_{ca}	Limitée	
Conducteurs isolés et câbles standards	D_{ca}	Moyenne	
	E_{ca}	Elevée	
Conducteurs isolés et câbles sans performance au feu	F_{ca}	Très élevée	

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Les conducteurs isolés et les câbles ayant les caractéristiques décrites dans le *tableau 4.4.* peuvent être uniquement placés dans les situations suivantes:

1. installations électriques qui ne sont pas situées dans les bâtiments;
2. installations électriques qui ne sont pas situées dans les ouvrages de génie civil;
3. installations électriques d'un procédé industriel destiné à fabriquer ou à transformer mécaniquement ou chimiquement des matériaux, des biens ou des produits en grande quantité. Les exemples sont: chaîne d'assemblage d'un produit, installation de laminage, installation de raffinage du pétrole et le parc de réservoirs associé, …
   Une installation électrique qui assure le fonctionnement général d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil n'est pas considérée comme une installation électrique d'un procédé industriel. Comme par exemple:
   - installations d'éclairage et prises de courant;
   - installations HVAC;
   - installations d'informatique;
   - installations d'une source d'alimentation autonome (groupe électrogène, installation photovoltaïque, …);
   - installations électriques ou parties d'installations électriques dans une cabine haute tension alimentant les installations d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil;
   - alimentation d'une installation de protection contre l'incendie (détection, alarme, …);
   - alimentation d'une installation de surveillance (caméra, détection intrusion, …);
   - alimentation des appareils de levage (ascenseur, monte-charge, …).
4. les conducteurs isolés ou câbles qui entrent dans un bâtiment ou dans un ouvrage de génie civil si les deux conditions suivantes sont respectées:
   - leur longueur dans le bâtiment ou dans l'ouvrage de génie civil n'excède pas 10 mètres;
   - leur installation se limite au premier compartiment.

Tableau 4.4. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

Caractéristiques		
F	Réaction primaire au feu: qualifie l'aptitude du conducteur isolé ou câble à propager le foyer initial et se divise en deux sous-catégories de sévérité croissante caractérisées comme suit:	
	F1	concerne les conducteurs isolés ou câbles qui, isolément et dans les conditions d'essai, ne propagent pas la flamme et s'éteignent d'eux même à peu de distance du foyer qui les a enflammés.
	F2	concerne les conducteurs isolés ou câbles F1 en faisceaux et en position verticale qui dans les conditions d'essai ne propagent pas la flamme.
S	Réaction secondaire au feu: caractérise les effets secondaires du feu et qualifie les composants non métalliques des conducteurs isolés ou câbles quant à l'opacité des fumées (sous-catégorie SD) et l'acidité des produits de combustion (sous-catégorie SA).	
	SD	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas opaques
	SA	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas corrosifs

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes. Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions et le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions peuvent, par arrêté, prendre des dispositions concernant l'usage de ces conducteurs isolés et câbles.

c. Résistance au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une résistance au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux caractéristiques reprises dans le *tableau 4.5.* et ils peuvent être placés dans tout type de lieu. Pour la classification concernant la réaction au feu, le *tableau 4.4.* est d'application.

Ne doivent pas répondre aux exigences concernant les caractéristiques du *tableau 4.5.*:

- les conducteurs isolés constituant le câble;
- le câblage interne des ensembles de manœuvre et de répartition.

Tableau 4.5. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu

Caractéristiques		
FR	Résistance au feu: caractérise la capacité d'un conducteur isolé ou câble à assurer son fonctionnement malgré le foyer d'incendie. Cette catégorie se divise en deux sous-catégories:	
	FR1	porte sur des essais qui permettent d'apprécier le maintien de la fonction électrique dans des conditions de laboratoire (conducteur isolé ou câble testé seul)
	FR2	porte sur un essai qui permet d'apprécier la durée pendant laquelle le maintien de la fonction électrique est assuré (conducteur isolé ou câble testé avec support et fixation)

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Si toutes les parties constituantes d'un ensemble (système de support, conducteur isolé, câble et fixation) ont chacune la résistance au feu requise pour le maintien de la fonction et si celles-ci sont installées conformément aux prescriptions des fabricants, alors l'ensemble est considéré comme ayant une caractéristique équivalente à FR2.

Tout conducteur isolé ou câble ajouté au système de support d'un ensemble ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 doit avoir la caractéristique FR2 ou FR1.

Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie

a. Le matériel électrique

Le choix et l'utilisation du matériel électrique doivent répondre aux prescriptions de la *sous-section 5.1.1.2.* et de la *section 5.2.7.*

Le matériel électrique installé sur des matériaux combustibles est:
- soit pourvu d'une enveloppe en matériau non combustible, ignifugé ou auto-extinguible;
- soit complètement séparé de ces matériaux combustibles par des éléments en matériaux non combustibles, ignifugés, ou auto-extinguibles.

Le matériel électrique présentant un effet de concentration ou focalisation de la chaleur est:
- soit installé sur ou à l'intérieur de matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique;
- soit éloigné de tous les objets ou parties d'un ouvrage de construction d'une distance suffisante telle que ceux-ci ne puissent être soumis à un effet de concentration ou de focalisation dangereuse de la chaleur;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction par des matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique.

Si le matériel électrique est, soit en fonctionnement normal, soit en cas d'avarie ou de fausse manœuvre, susceptible de projeter des étincelles ou des flammes, il est:
- soit installé à une distance suffisante de tous les objets ou de toutes parties d'un ouvrage de construction qu'il pourrait endommager;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction à l'aide d'un écran thermiquement isolant, construit en matériaux non combustibles, ignifugés, auto-extinguibles ou matériaux résistants aux arcs;
- soit complétement enfermé dans des matériaux résistant aux arcs.

b. Conducteurs isolés et câbles

Les conducteurs isolés et les câbles d'énergie sont au moins conformes aux prescriptions de la *section 5.2.7.*

Les conducteurs isolés et les câbles visés au 1er alinéa sont conformes à la caractéristique ou classe de la *sous-section 5.2.7.3.* pour les lieux BE3.

c. Courant de fuite ou de défaut dangereux

Des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut. Ces mesures sont coordonnées avec celles prises dans le cadre de la protection contre les chocs électriques ou lors de la protection contre les surintensités.

Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru

a. Généralités

Dans les lieux BE2 et BE3, les installations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'exploitation de ces lieux.

Dans les lieux BE2, les conducteurs isolés et les câbles visés au 1er alinéa du *point c.* de la *sous-section 4.3.3.6.* peuvent être aussi installés.

Dans les lieux caractérisés par l'influence externe BE3, les prescriptions du *chapitre 7.1.* sont d'application.

b. Le matériel électrique

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, interdire l'utilisation de certains matériels électriques dans les lieux présentant un danger d'incendie accru.

Dans les emplacements de stockage et de traitement de matières combustibles et de liquides inflammables avec un point d'éclair supérieur à 55 °C (BE2):

- le matériel électrique est construit de manière telle que la température de ses parties accessibles ne puisse pas provoquer l'inflammation des matières combustibles et des liquides inflammables se trouvant à proximité;
- le matériel électrique est approprié à ces lieux, en particulier leurs enveloppes. En cas de présence de poussières (AE4), les enveloppes ont au moins un indice de protection IP5X;
- les moteurs commandés automatiquement ou à distance, ou non surveillés en permanence, doivent être protégés contre les températures excessives par des dispositifs de protection contre les surcharges avec réarmement manuel ou par des dispositifs analogues. Le réarmement automatique est autorisé selon prescriptions de la *sous-section 5.3.3.5.* (dispositifs à refermeture automatique pour dispositifs de protection). Les moteurs à démarrage étoile-triangle, sans commutation automatique d'étoile à triangle, doivent être aussi protégés contre les températures excessives dans le couplage étoile.

c. Les conducteurs et les câbles dans les lieux BE2

Les conducteurs isolés et câbles qui traversent de tels lieux, mais qui ne sont pas destinées à l'alimentation de ces lieux ne peuvent comporter aucune dérivation ou connexion à moins que ces dérivations ou connexions ne se trouvent dans une enveloppe présentant une résistance au feu de minimum une ½ heure. Ces conducteurs isolés et câbles doivent être protégées contre les surcharges et contre les courts-circuits par des dispositifs de protection se trouvant en amont et en dehors du lieu concerné.

Les conducteurs nus ne peuvent être installés que dans des ensembles de manœuvre et de répartition.

d. Courant de fuite ou de défaut dangereux

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures à prendre pour la protection contre les courants de fuite ou de défaut.

Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie

a. Production de fumée en cas d'incendie

L'utilisation de conducteurs isolés et de câbles d'énergie ayant les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 est exigée pour les lieux visés dans le *tableau 4.6.*

Cette exigence n'est pas d'application:

1. pour les conducteurs isolés et les câbles installés avec les modes de pose suivants:
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités:
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*
     - *des câbles souterrains,*

     montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m.

2. pour les conducteurs isolés installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (conducteurs isolés et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
3. pour les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (câbles et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
4. pour le câblage interne des ensembles de manoeuvre et de répartition;
5. pour les conducteurs isolés constituant le câble;
6. pour les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou d'un appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une norme produit.

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 doivent être installés conformément aux exceptions des *points 1., 2.* et *3.* mentionnées dans l'alinéa précédent.

Tableau 4.6. Lieux visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa

Lieux
Voies d'évacuation dans les ouvrages de construction (par exemple cages d'escalier et couloirs) à l'exception de celles situées à l'intérieur des unités d'habitation
Locaux recevant du public pouvant accueillir au minimum 50 personnes (salles pour séminaires, halls sportifs, salles de spectacle …)
Tunnels considérés comme ouvrages d'art

L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base d'une analyse des risques ou d'exigences légales si d'autres lieux non visés par le *tableau 4.6.* et dont l'évacuation de ces lieux peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie doivent respecter la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*

L'exploitant ou son délégué établit la liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile visés par la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*, en spécifiant la référence pour chaque lieu (analyse des risques ou exigence légale ou *tableau 4.6.*). La liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile et l'analyse des risques sont tenues à la disposition de l'organisme agrée et du fonctionnaire chargé de la surveillance.

Lors d'un contrôle de conformité avant mise en usage ou d'une visite de contrôle d'une installation, le plan d'évacuation sur lequel figurent les voies d'évacuation est présenté à l'organisme agréé chargé du contrôle ou de la visite.

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câble et les jonctions installés dans les lieux visés dans la liste précitée et qui ne sont pas encastrés doivent être sans halogène ou présentent un niveau de sécurité équivalent.

b. Lieux avec transformateur de puissance à haute tension contenant un diélectrique liquide combustible

Des mesures constructives sont prises pour éviter en cas de fuites une dispersion des diélectriques liquides combustibles. Pour ceci, aucun matériau combustible ne peut être utilisé.

Les éléments de séparation (murs, sols, plafonds, portes, ouvertures de ventilation, …) entre un local avec un transformateur visé au *point b.* et les locaux adjacents présentent une résistance au feu d'au moins 1 heure, conformément aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

L'une des dispositions suivantes est toujours d'application:
- soit le transformateur est protégé individuellement par un dispositif de protection électrique efficace contre les effets thermiques causés par des défectuosités internes;
- soit une fosse d'extraction est installée pouvant recueillir le volume du liquide diélectrique du transformateur et en assure l'extinction naturelle.

c. Lieux avec transformateur de puissance à haute tension sec

Des mesures constructives sont prises pour éviter une focalisation de la chaleur dans les lieux avec un transformateur de puissance à haute tension sec.

Les transformateurs de puissance haute tension secs sont équipés d'une protection qui déconnecte le transformateur lorsque sa température maximale admissible est atteinte.

En dérogation du 2ème alinéa du *point c.*, il est admis de ne pas déclencher le transformateur si les conditions suivantes sont remplies:
- le transformateur est équipé d'une enveloppe non pénétrable offrant une protection suffisante contre la projection de pièces lors d'une explosion interne;
- la température du transformateur est surveillée en permanence;
- le dépassement de la température maximale admissible est immédiatement signalé au personnel d'exploitation;
- le personnel d'exploitation est suffisamment qualifié et formé pour prendre les mesures correctes pour prévenir des dégâts au transformateur;
- il y a assez de temps pour prendre les actions nécessaires afin que le transformateur puisse être déclenché manuellement ou que la température du transformateur puisse être ramenée jusqu'à la température normale de service.

d. Lieux avec matériel électrique contenant un diélectrique liquide combustible

Les prescriptions du *point d.* ne concernent pas les transformateurs visés au *point b.*

Lorsque, dans un même local, la capacité totale de diélectrique liquide avec un point d'éclair inférieur à 300°C :
- soit dépasse 25 l dans un appareil ou une machine électrique,
- soit dépasse 50 l pour l'ensemble des appareils et machines électriques,

les prescriptions suivantes sont d'application:
- des mesures constructives sont prises pour éviter en cas de fuites une dispersion des diélectriques liquides combustibles. Pour ceci, aucun matériau combustible ne peut être utilisé;
- les éléments de séparation (murs, sols, plafonds, portes, ouvertures de ventilation, …) entre ce local et les locaux adjacents présentent une résistance au feu d'au moins 1 heure, conformément aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, fixer des dispositions particulières concernant ces lieux.

e. Lieux avec batterie contenant un électrolyte inflammable

Les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières concernant ces lieux.

Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Des dispositions spécifiques s'appliquent aux installations électriques dans les emplacements à risques d'explosion (voir *chapitre 7.1.*).

Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités

Section 4.4.1. Généralités

Sous-section 4.4.1.1. Principe

La protection électrique contre les surintensités est destinée à éviter que le matériel électrique ne soit parcouru par des courants qui lui sont nuisibles ainsi qu'à son environnement.

Cette protection est réalisée au moyen d'un ou plusieurs dispositifs qui interrompent le courant avant que ne se soit produit un échauffement dangereux pour l'isolation, les connexions, les canalisations électriques et leur environnement.

Sous-section 4.4.1.2. Surintensités

Les surintensités qui peuvent parcourir les conducteurs d'un circuit sont de trois sortes, à savoir:
1. les courants de surcharges dus à une augmentation de la puissance absorbée par les appareils d'utilisation au-delà de la capacité normale de la canalisation électrique, par exemple:
   - à la suite du calage de l'appareil d'utilisation dû à une surcharge mécanique;
   - à la suite d'adjonction d'appareils d'utilisation supplémentaires sans accroissement de la section des conducteurs;
   - à la suite du remplacement d'appareils d'utilisation par des appareils plus puissants sans adaptation adéquate de la canalisation électrique;
2. les courants de court-circuit impédant du matériel électrique; ces défauts provoquant des courants à allure de surcharge proviennent du passage du courant au travers de l'isolation devenue défectueuse;
3. les courants de court-circuit.

Les surintensités provoquées par l'inadaptation des canalisations électriques aux conditions d'exploitation sont éliminées par le renforcement de la capacité des canalisations électriques d'alimentation.

Sous-section 4.4.1.3. Courant admissible dans les canalisations électriques

Le courant admissible I_Z d'une canalisation électrique est fonction:
- de la section des conducteurs;
- de l'isolation des conducteurs;
- de la constitution de la canalisation électrique;
- du mode de pose et de l'environnement des canalisations électriques;
- de la température ambiante.

Sa valeur est telle que l'échauffement par effet Joule des conducteurs ne porte pas l'isolation à une température supérieure à celle que peut supporter indéfiniment l'isolation sans compromettre ses qualités.

Elle est calculée conformément aux règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.

Sous-section 4.4.1.4. Branchements des utilisateurs de réseau

Les branchements des utilisateurs de réseau sont réalisés selon les règles de l'art.

Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits

Sous-section 4.4.2.1. Principe

Le matériel électrique est protégé contre les courts-circuits par des dispositifs de protection ayant des caractéristiques appropriées aux particularités de ce matériel, selon les règles de l'art.

Sous-section 4.4.2.2. Pouvoir de coupure

Un dispositif assurant cette protection possède un pouvoir de coupure au moins égale à la puissance du court-circuit pouvant survenir à l'endroit de son utilisation. Si ce n'est pas le cas, il est protégé à son tour par un dispositif possédant un tel pouvoir de coupure.

Sous-section 4.4.2.3. Puissance de court-circuit

Il est admis que l'on établisse la puissance du court-circuit dont question à la *sous-section 4.4.2.2.* en se référant à la configuration du réseau lors d'une journée moyenne d'exploitation définie suivant les règles de l'art.

Sous-section 4.4.2.4. Courant de court-circuit

En outre les machines, appareils et canalisations électriques supportent sans danger pour les personnes, les contraintes dues aux courants de court-circuit susceptible de les traverser. La valeur du courant de court-circuit à considérer tient compte du pouvoir limiteur des dispositifs de protection.

Section 4.4.3. Protection contre les surcharges

Sous-section 4.4.3.1. Principe

Le matériel électrique est protégé contre les surcharges par des dispositifs de protection ayant des caractéristiques appropriées aux particularités de ce matériel, selon les règles de l'art.

Sous-section 4.4.3.2. Exceptions

Il est admis de ne pas placer un tel dispositif de protection:
- dans le cas des machines ou appareils électriques protégés contre une élévation anormale de l'intensité du courant par des particularités de construction ou par des dispositifs spéciaux;
- en amont d'un transformateur, si un tel dispositif est placé en aval;
- dans les circuits d'alimentation des transformateurs de mesure;
- dans les circuits d'excitation des génératrices ou des moteurs.

Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions

Les personnes et les biens sont protégés d'après les règles de l'art en la matière contre les conséquences nuisibles:
- d'un défaut pouvant intervenir entre les parties actives de circuits de tensions différentes;
- de surtensions dues à d'autres causes comme par exemple des phénomènes atmosphériques ou d'éventuelles surtensions de manœuvre.

Les dispositifs de protection contre les surtensions sont réalisés et installés de manière que leur fonctionnement ne crée aucun danger pour les personnes et les biens.

Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets

Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension

Des dispositions sont prises pour qu'une baisse de tension importante ou sa disparition et son rétablissement ne puissent créer un danger pour les personnes et les biens.

Des dispositifs de protection contre les effets des baisses ou de la disparition de la tension sont nécessaires dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs de sécurité et ils sont éventuellement nécessaires (lors de l'utilisation d'une source de remplacement en cas de perte de la source normale) dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs critiques., … Ces dispositifs assurent, le cas échéant, la mise en service des sources de sécurité ou des sources de remplacement et l'alimentation des machines et appareils électriques correspondants lorsque la tension tombe à une valeur inférieure à la limite de leur fonctionnement correct.

Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques

S'il apparaît que des effets biologiques néfastes sont provoqués sur l'organisme de l'homme par les champs électriques et magnétiques, les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures de sécurité à prendre.

Les pièces métalliques qui, du fait de leur présence dans un champ électrique généré par une installation de transport ou de distribution de l'énergie électrique, sont portées à un potentiel donnant, en régime permanent, un courant de contact d'au moins 1 mA, doivent être mises à la terre.

Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination

Les précautions sont prises, si nécessaire, pour éviter qu'en cas de défaut, les produits traités ne soient contaminés par le matériel électrique, par exemple lors de fuites de diélectrique liquide.

Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements

Quand il s'agit de constructions fragiles ou pouvant être soumises à des dégradations dues à des mouvements, les installations électriques ou parties d'installations électriques sont d'un type susceptible d'absorber les déformations sans se dégrader.

Partie 5. Choix et mise en œuvre du matériel

CHAPITRE 5.1. RÈGLES COMMUNES À TOUS LES MATÉRIELS 71
Section 5.1.1. Généralités 71
Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité 71
Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie 71
Section 5.1.2. Domaine d'application 71
Section 5.1.3. Conformité aux normes 71
Sous-section 5.1.3.1. Généralités 71
Sous-section 5.1.3.2. Exception 71
Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes 72
Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique 72
Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques 72
Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques 72
Section 5.1.6. Repérage du matériel électrique 72
CHAPITRE 5.2. RÈGLES COMPLÉMENTAIRES POUR LES CANALISATIONS 72
Section 5.2.1. Généralités 72
Section 5.2.2. Modes de pose 73
Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes 76
Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA) 76
Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 77
Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 77
Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) ... 77
Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 77
Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL) 77
Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 77
Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC) 77
Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB) 78
Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs 78
Sous-section 5.2.4.1. Généralités 78
Sous-section 5.2.4.2. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes 78
Section 5.2.5. Chute de tension 78
Section 5.2.6. Jonctions 78
Section 5.2.7. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu 79
Sous-section 5.2.7.1. Généralités 79
Sous-section 5.2.7.2. Conducteurs isolés et câbles installés séparément 79
Sous-section 5.2.7.3. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe 79
Sous-section 5.2.7.4. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires .79
Sous-section 5.2.7.5. Dispositions particulières 79
Section 5.2.8. Voisinage avec d'autres canalisations 80
Section 5.2.9. Conduits en métal magnétique 80
Section 5.2.10. Règles particulières aux différents modes de pose 80
Sous-section 5.2.10.1. Lignes aériennes 80

Sous-section 5.2.10.2. Canalisations électriques souterraines 80

CHAPITRE 5.3. APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE (PROTECTION, COMMANDE, SECTIONNEMENT ET SURVEILLANCE) 82

Section 5.3.1. Généralités 82

Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes 82

Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA) 82

Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 82

Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 83

Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 83

Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) ...83

Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 83

Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 84

Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 84

Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA) 84

Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB) 85

Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 85

Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE) 85

Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA) 85

Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB) 85

Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure 85

Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité 85

Sous-section 5.3.3.2. Mettre à la terre 87

Sous-section 5.3.3.3. Commande fonctionnelle 87

Sous-section 5.3.3.4. Fonctions simultanées 88

Sous-section 5.3.3.5. Dispositifs à refermeture automatique pour des appareils de protection contre les surintensités 88

Section 5.3.4. Circuits de mesure 89

Sous-section 5.3.4.1. Généralités 89

Sous-section 5.3.4.2. Circuits de mesure de tension 89

Sous-section 5.3.4.3. Circuits de mesure de courant 89

CHAPITRE 5.4. MISES À LA TERRE, CONDUCTEURS DE PROTECTION ET LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES 90

Section 5.4.1. Exigences générales 90

Sous-section 5.4.1.1. Généralités 90

Sous-section 5.4.1.2. Résistances aux influences mécaniques et chimiques 90

Sous-section 5.4.1.3. Résistance à l'action thermique de courants de défaut 90

Section 5.4.2. Réalisation des prises de terre 93

Sous-section 5.4.2.1. Généralités 93

Sous-section 5.4.2.2. Caractéristiques 94

Sous-section 5.4.2.3. Mise à la terre globale 95

Section 5.4.3. Réalisation des conducteurs de protection 96

Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs 96

Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs 96

Sous-section 5.4.3.3. Installation des conducteurs 96

Sous-section 5.4.3.4. Repérage des conducteurs 96

Sous-section 5.4.3.5. Connexion des conducteurs au matériel électrique 97

Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels

Section 5.1.1. Généralités

Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité

Le matériel électrique doit être choisi et installé pour satisfaire :

- aux prescriptions du présent Livre ;
- aux conditions des influences externes prévisibles ;

de manière que les personnes et les biens ne soient pas mis en danger.

Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie

Le matériel électrique est choisi et installé de telle façon qu'il ne présente pas de danger d'une part pour les personnes et d'autre part pour les objets et matériaux avoisinants. Une attention particulière doit être donnée aux raccordements et connexions du matériel électrique.

Le matériel électrique est disposé et installé de telle sorte que ne soit pas gênée la dissipation de la chaleur produite en service normal par ce matériel électrique.

Lorsqu'une aération naturelle est insuffisante pour éviter une concentration excessive de la chaleur, un système d'évacuation de chaleur approprié est prévu.

Dans le cadre de la protection contre l'incendie, des règles complémentaires sont définies à la *section 4.3.3*.

Section 5.1.2. Domaine d'application

Ces prescriptions sont d'application sur le matériel électrique à haute tension à l'exception des appareils d'utilisation à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée (voir *Livre 1*).

Section 5.1.3. Conformité aux normes

Sous-section 5.1.3.1. Généralités

Les principes fondamentaux du matériel électrique sont définis à la *section 1.4.2*.

Le matériel électrique est présumé offrir la sécurité requise:

- soit s'il est conforme aux critères du Code Economique, en son Livre IX, Sécurité des produits et services, concernant la mise sur le marché du matériel électrique non règlementé et de ses actes d'exécution;
- soit s'il fait partie d'un ensemble ayant subi avec succès des essais du niveau d'isolement et est muni d'une plaque signalétique mentionnant les tensions appliquées lors de ces essais; les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, éventuellement cas par cas, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les conditions de ces essais.

Sous-section 5.1.3.2. Exception

S'il ne répond pas aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, le matériel à haute tension est conçu, réalisé et disposé de manière que la distance dans l'air entre pièces nues sous tension, entre ces pièces et la masse, ou entre pièces nues sous tension d'une même phase, quand elles sont séparées en position d'ouverture, est au moins égale à:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Formule dans laquelle:

- d: est la distance précitée en mm;
- U_N: est la tension nominale entre phases de l'appareil exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

Lorsque les surfaces nues sont isolées par une ou plusieurs matières isolantes autres que l'air, en ce compris le vide, le niveau d'isolement résultant des plus petites distances existant entre les éléments cités à l'alinéa précédent est au moins égal à celui conféré par les distances dans l'air résultant de l'application de la formule de l'alinéa précédent.

Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes

Le choix et l'utilisation du matériel électrique se font en fonction des influences externes présentes conformément aux arrêtés pris par les Ministres qui ont respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce chacun pour ce qui le concerne, ou à défaut en accord avec le représentant de l'organisme de contrôle visé au *chapitre 6.3*.

Lorsque différentes influences externes sont susceptibles de se produire simultanément, leurs effets peuvent être indépendants ou s'influencer mutuellement et, dans ce cas, modifier le choix du degré de protection.

Si, toutefois, le matériel électrique ne comporte pas, par construction, les caractéristiques requises, il peut être utilisé à condition qu'il soit pourvu lors de l'installation d'une protection complémentaire lui assurant des caractéristiques équivalentes. Cette protection complémentaire ne peut nuire au fonctionnement du matériel électrique ainsi protégé.

Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique

Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques

Les machines et appareils électriques sont conçus et installés de manière à rendre aisés leur manœuvre, leur surveillance et leur entretien ainsi que l'accès à leurs connexions. Cette exigence demeure si des machines et des appareils électriques sont installés dans des enveloppes ou compartiments d'enveloppes.

Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques sont installées de façon que l'on puisse en tout temps mesurer, après mise hors service si nécessaire, leur isolement et localiser les défauts éventuels ainsi que déterminer la nature exacte des défectuosités occasionnelles.

Section 5.1.6. Repérage du matériel électrique

Les ensembles de manœuvre et de répartition et les machines et appareils électriques sont repérés de manière claire, bien visible et indélébile par des marquages individuels, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations

Section 5.2.1. Généralités

Les canalisations électriques sont placées conformément aux règles de l'art qui concernent leur mode de pose.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent autoriser, par arrêté, des modes de pose déterminés des conducteurs et canalisations électriques et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

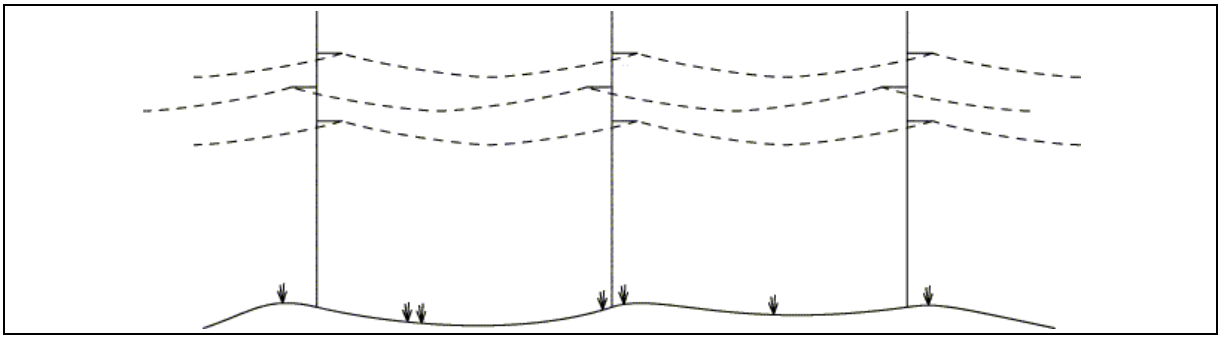
Le code d'identification des canalisations électriques est donné à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Section 5.2.2. Modes de pose

Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. en lignes aériennes;

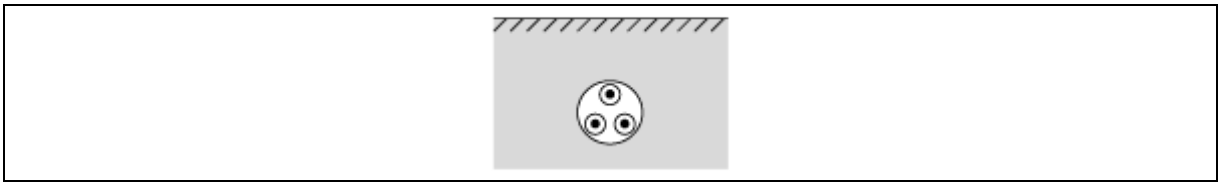
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes



b. en canalisations électriques souterraines:

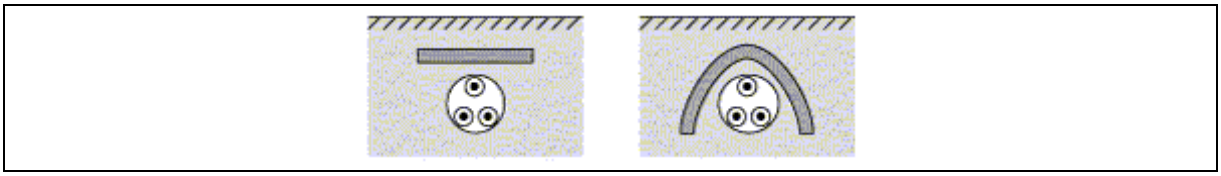
b.1 Enterrées directement

Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement



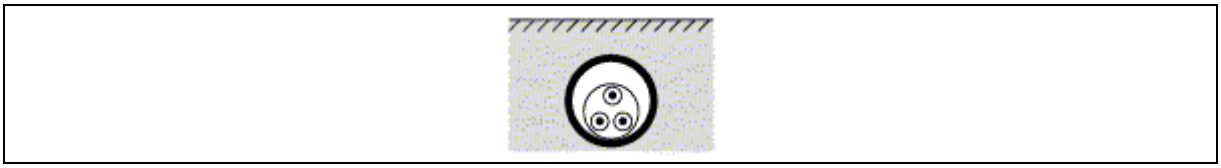
b.2 Enterrées avec protection mécanique

Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique



b.3 Enterrées dans des fourreaux

Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux

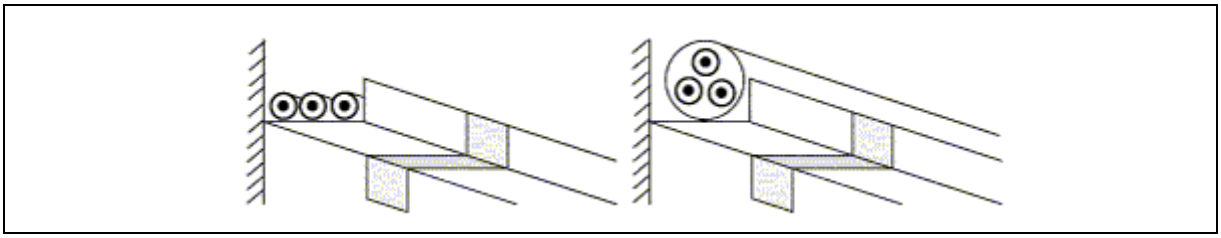


c. à l'air libre ou en galerie à câbles soit avec fixation directe à l'aide de colliers, attaches ou autres moyens de fixation, soit avec pose sur chemins de câbles, échelle à câbles, tablettes,

étagères, corbeaux ou supports analogues;

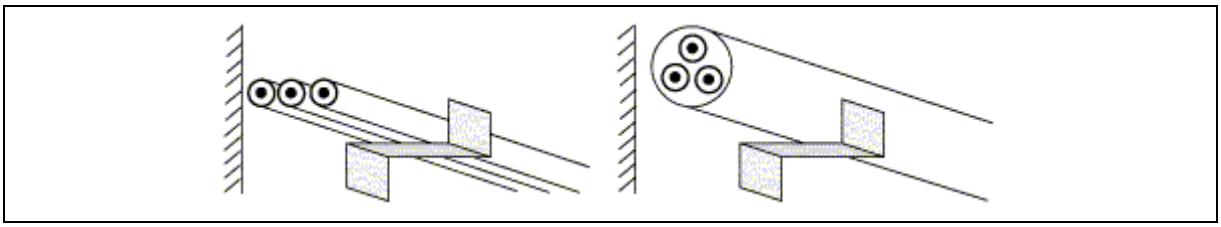
c.1 chemins de câbles

Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



c.2 corbeaux

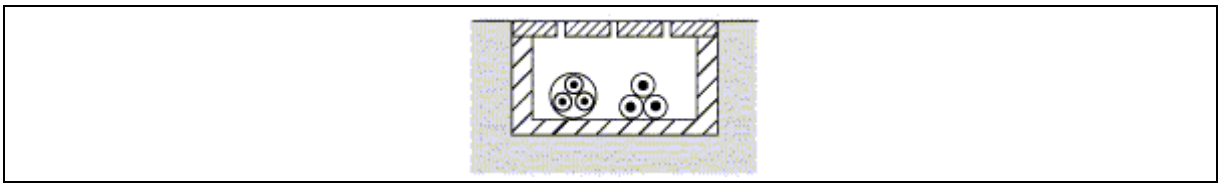
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



d. sous des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

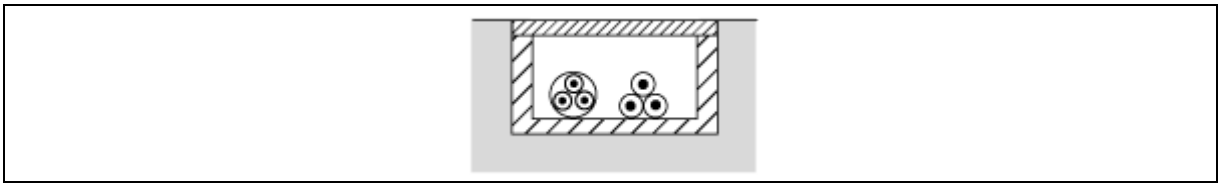
d.1. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



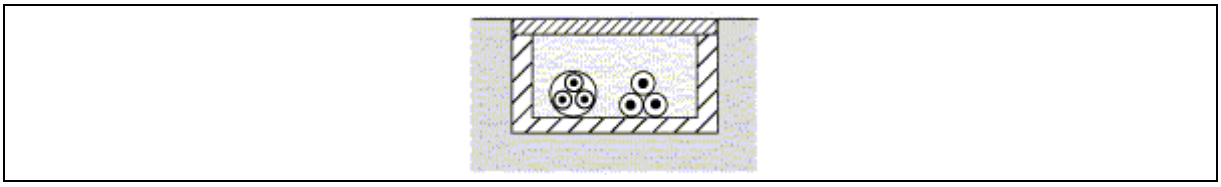
d.2. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



d.3. pose directe dans caniveaux remplis de sable

Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable

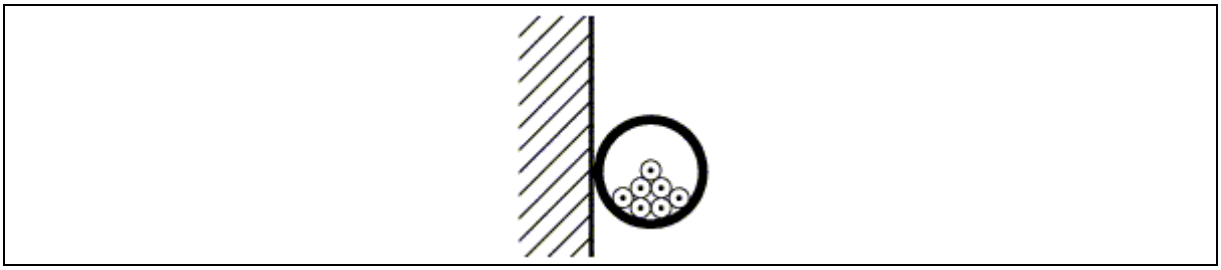


e. sous conduits à l'air libre, en galeries à câbles ou caniveaux, avec, si nécessaire, les moyens de

fixation appropriés;

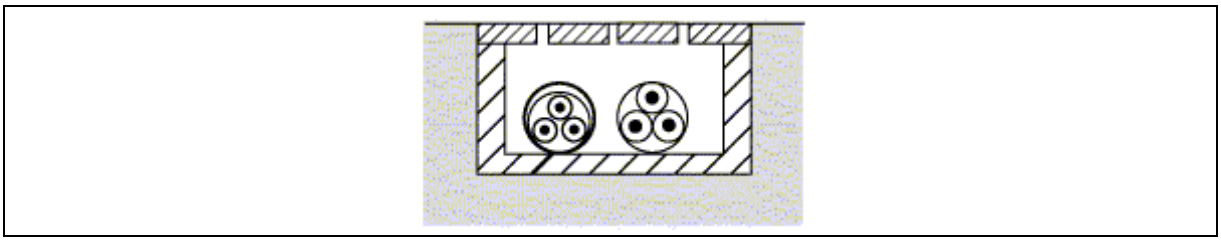
e.1. sous conduits à l'air libre

Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Sous conduits à l'air libre



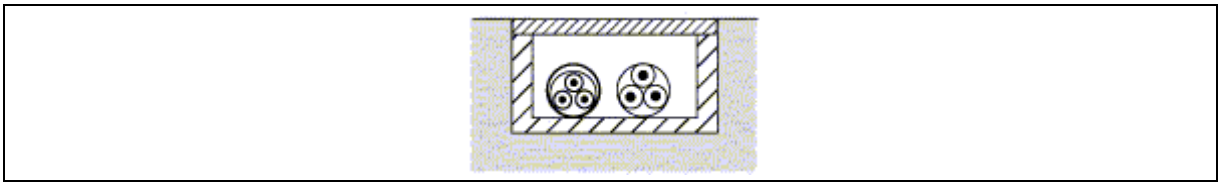
e.2. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



e.3. conduits dans caniveaux fermés

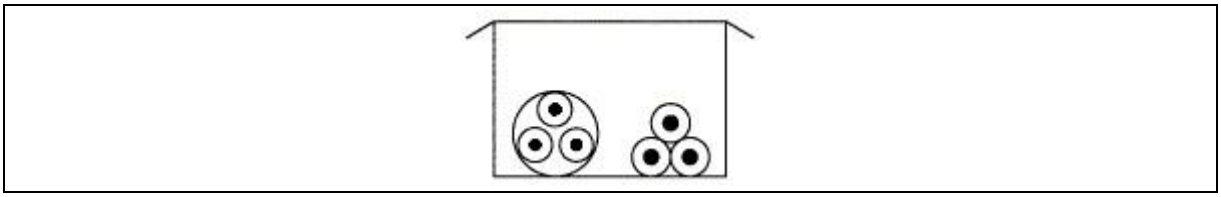
Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



f. dans des goulottes et gouttières;

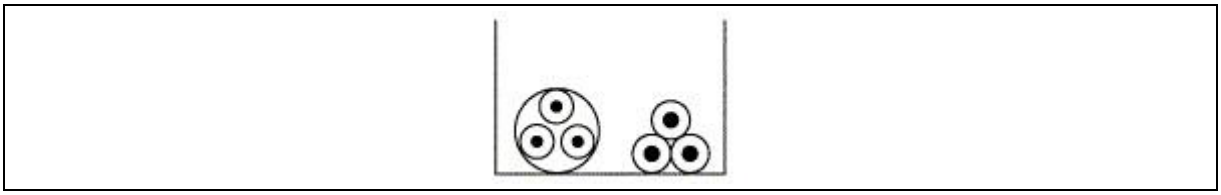
f.1. goulotte

Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte



f.2. gouttière

Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière

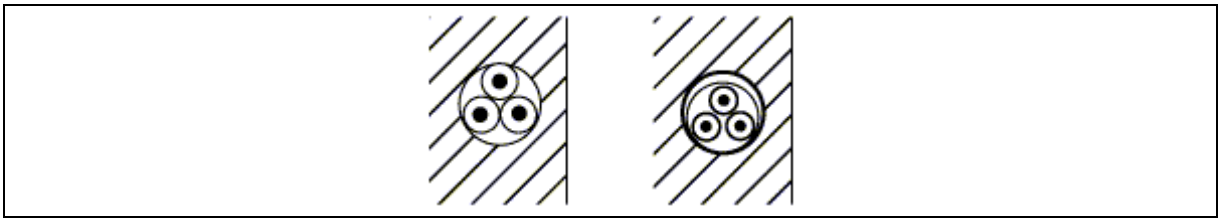


g. dans des gaines;

h. dans des vides de construction;

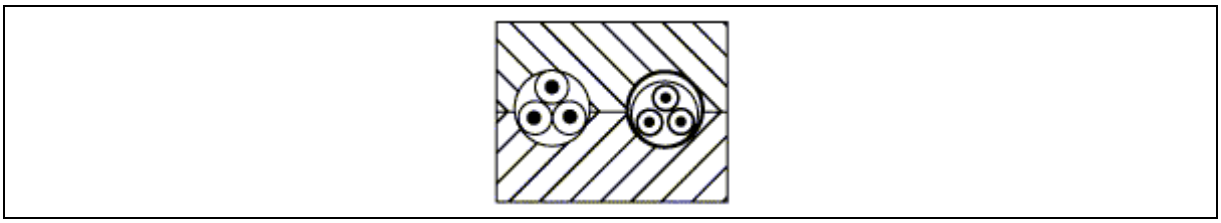
h.1. alvéoles

Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



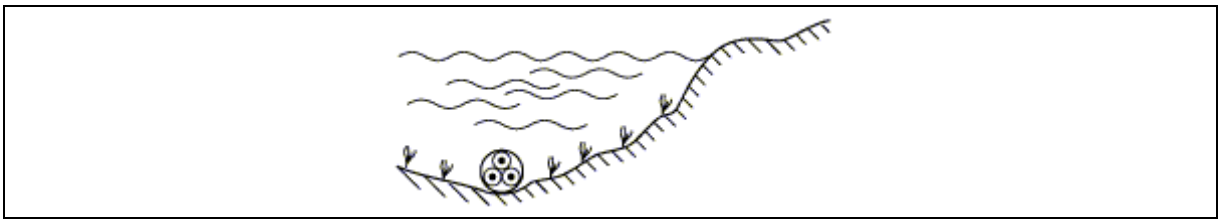
h.2. blocs manufacturés

Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés



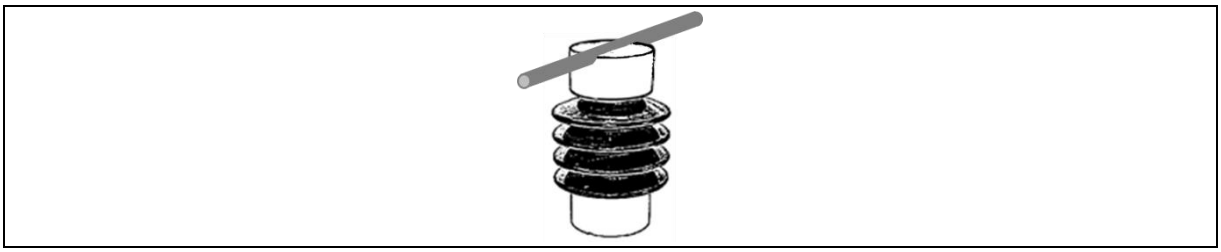
i. par immersion dans l'eau;

Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau



j. sur des isolateurs.

Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs



Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent autoriser, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, d'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques et fixer les conditions de sécurité à respecter.

Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes

Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de manière à être adaptées à la température ambiante locale la plus basse et la plus élevée.

Les éléments des canalisations électriques, y compris les câbles et leurs accessoires, doivent être mis en œuvre ou manipulés seulement dans les limites de température fixées par les normes de produit correspondantes ou indiquées par le constructeur.

En outre, des précautions spéciales (calorifugeage, protection mécanique, fixation rigide...) sont prises pour des températures inférieures à −25 °C.

Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de telle sorte qu'aucun dommage ne soit causé par la condensation ou la pénétration de l'eau. Le degré de protection IP de la canalisation électrique doit satisfaire, après assemblage, aux influences externes de l'emplacement considéré. Lorsque l'eau peut s'accumuler ou se condenser dans les canalisations électriques, des dispositions doivent être prises pour assurer son évacuation.

Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité d'agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1), tous les types de canalisations électriques conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes sont autorisés.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où il y a des agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), elles sont d'un type capable de subir avec succès l'essai au brouillard salin tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à l'action intermittente ou à une action accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant (AF3), elles sont d'un type capable de subir avec succès l'essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à une action permanente (AF4) de produits chimiques corrosifs ou polluants, elles sont spécialement étudiées en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des conditions particulières en la matière.

Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Les canalisations électriques ont la protection mécanique répondant aux contraintes prévisibles.

Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les canalisations électriques sont soumises à des vibrations moyennes ou importantes (AH2 et AH3), elles sont spécialement étudiées ou des dispositions particulières sont prises à leur égard.

Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales; le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- une résistance mécanique suffisante, une armure métallique;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune telles que nettoyage, emploi des pesticides...

Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Si d'application, il faut tenir compte des mesures de la *sous-section 5.3.2.8.*

Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC)

Les influences externes à prendre en considération pour la protection contre les chocs électriques sont celles qui sont relatives à l'état du corps humain, qui ont été définies au *tableau 2.3.* à la *section 2.4.1.*, ainsi que celles qui sont relatives aux contacts des personnes avec le potentiel de terre qui ont été définies à la *section 2.10.13.*

Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB)

Les influences externes à prendre en considération sont définies:
- à la *section 2.10.15.* pour la nature des matières traitées ou entreposées;
- à la *section 2.10.16.* pour les matériaux de construction;
- à la *section 2.10.17.* pour la structure des bâtiments.

Les prescriptions à suivre pour le choix des canalisations électriques sont données:
- aux *sections 4.3.3.* et *5.2.7.* en ce qui concerne les précautions contre le danger d'incendie;
- à la *sous-section 7.1.8.4.* en ce qui concerne les précautions contre les risques d'explosion.

Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs

Sous-section 5.2.4.1. Généralités

Les règles à appliquer pour la protection contre les surintensités sont définies au *chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités.*

Les conducteurs actifs des canalisations électriques sont protégés contre les surintensités à moins qu'ils ne soient raccordés à une source dont l'impédance est telle que le courant maximal qu'elle fournit reste inférieur ou égal au courant admissible dans ces canalisations électriques.

Lorsque des raisons impérieuses de sécurité l'exigent, il est admis de se dispenser de protection contre les surintensités par court-circuit et interdit de placer le dispositif de protection contre les surcharges sur les canalisations électriques alimentant une machine ou un appareil électrique dont l'arrêt inopiné pourrait présenter des dangers ou des inconvénients graves. Il s'agit par exemple du circuit d'excitation des moteurs, du circuit induit des machines à courant alternatif, du circuit secondaire de transformateurs de courant, … Les sections des conducteurs de ces circuits sont choisies conformément aux règles de l'art.

Sous-section 5.2.4.2. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes

Aucune mesure de protection particulière contre les surintensités n'est prévue contre une élévation de température des jeux de barres et leurs dérivations nues dans les sous-stations, postes ou armoires de distribution, pour autant que leurs dimensions soient choisies pour supporter les contraintes thermiques et mécaniques dues aux courants de courts-circuits susceptibles de les traverser. A ce sujet, leurs dimensions respectent les prescriptions suivantes.

1. Au point de vue thermique, leur sections sont calculées conformément aux règles de l'art. Elles sont fonction:
   - du type et des caractéristiques du métal du conducteur (masse volumique, chaleur massique et résistivité);
   - de la température maximale d'exploitation du conducteur;
   - de la température maximale d'échauffement du conducteur fixée à 250°.

   Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.

2. Au point de vue mécanique, toute la structure c'est-à-dire le profil, la disposition et la fixation, permettra de supporter les efforts d'attraction, de répulsion et de résonance, provoqués par le courant maximum de court-circuit (valeur de crête):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{\text{eff}}$$

   dont I_c est la valeur de crête.

Section 5.2.5. Chute de tension

Les chutes de tension dans les canalisations électriques doivent être limitées aux valeurs décrites dans les règles de l'art.

Section 5.2.6. Jonctions

Les qualités des jonctions entre les différents tronçons d'un câble ou entre un câble et une ligne électrique présentent un isolement et une herméticité au moins égale à celles du câble lui-même et ce, conformément aux règles de l'art.

Section 5.2.7. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu

Sous-section 5.2.7.1. Généralités

Ne doivent pas répondre aux exigences des *sous-sections 5.2.7.2.* et *5.2.7.3.*:

1. les conducteurs isolés constituant le câble;
2. les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une norme produit;
3. les conducteurs isolés et les câbles installés dans les lieux présentant un danger d'incendie normal;
4. les conducteurs isolés et les câbles installés (séparément ou en faisceaux/nappe) avec les modes de pose suivants:
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains.

Sous-section 5.2.7.2. Conducteurs isolés et câbles installés séparément

Les conducteurs isolés et les câbles installés séparément ont au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Ceci n'est pas d'application pour les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F1 ou au moins la classe E ou E_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*);

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} doivent être installés soit conformément aux *points 3.* et *4.* des exceptions mentionnées à la *sous-section 5.2.7.1.* soit conformément à l' exception mentionnée à l'alinéa précédent.

Les conducteurs isolés et les câbles ajoutés dans un système de support existant sont choisis et placés (séparément ou en faisceau/nappe) en tenant compte du placement des conducteurs isolés et câbles existants et ils ont les caractéristiques ou les classes adéquates des *sous-sections 5.2.7.2.* ou *5.2.7.3.*

Sous-section 5.2.7.3. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe

Les conducteurs isolés et les câbles installés en faisceaux ou en nappe ont au moins la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*). Cette disposition est d'application indépendamment de la distance sur laquelle les conducteurs isolés et les câbles sont installés effectivement en faisceaux ou en nappe.

Ceci n'est pas d'application pour:

1. les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F2 ou au moins la classe C ou C_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*);
2. le câblage interne d'un ensemble de manœuvre et de répartition, pour autant que celui-ci ait au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe $E_{ca.}$

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} doivent être installés soit conformément aux *points 3.* et *4.* des exceptions mentionnées à la *sous-section 5.2.7.1.* soit conformément au *point 1.* des exceptions mentionnées à l'alinéa précédent.

Sous-section 5.2.7.4. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câbles et matériels similaires sont du type non propagateur de la flamme. Ils doivent satisfaire aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans celles-ci.

Sous-section 5.2.7.5. Dispositions particulières

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les règles auxquelles les canalisations électriques doivent répondre pour limiter la propagation du feu.

Section 5.2.8. Voisinage avec d'autres canalisations

Au voisinage des conduites de gaz, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz dans les regards ou trous d'hommes; dans ce voisinage, l'emploi de fourreaux pour la protection des câbles armés souterrains est évité. Toutefois, lorsque les circonstances obligent à recourir à ce mode de protection, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz.

Section 5.2.9. Conduits en métal magnétique

Les canalisations électriques appartenant à un même circuit à courant alternatif sont réunies sous un même conduit lorsque celui-ci est en métal magnétique non fendu longitudinalement.

Section 5.2.10. Règles particulières aux différents modes de pose

Sous-section 5.2.10.1. Lignes aériennes

Pour les règles d'installations spécifiques aux lignes aériennes, les prescriptions du *chapitre 7.1.* du Livre 3 sont d'application.

Sous-section 5.2.10.2. Canalisations électriques souterraines

a. Généralités

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE), seuls des câbles conformes soit aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN pour cet usage soit à des dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes, peuvent être posés dans le sol et dans les fourreaux souterrains inaccessibles.

Le câble est enfoui, sauf impossibilité technique, à une profondeur minimale de 0,60 m mesurée à partir de la surface du sol (surface du terrain, surface supérieure des pavés ou du revêtement de la route...).

Si la profondeur d'enfouissement de 0,60 m est irréalisable, la protection est constituée d'un fourreau continu, ou d'un fourreau à joints à emboîtements ou à recouvrements, en matériaux durables et résistants, conformément aux règles de l'art en la matière, ou de tout système équivalent offrant une protection suffisante contre les causes de détérioration mécanique.

Pour les canalisations électriques à haute tension en courant continu et pour les canalisations électriques à haute tension en courant alternatif de la 2ème catégorie, la profondeur d'enfouissement est toutefois portée à 1,00 m. Il est admis que les canalisations électriques souterraines à haute tension en courant continu et celles en courant alternatif de deuxième catégorie installées avant le 1er janvier 1983 soient maintenues à une profondeur d'enfouissement d'au moins 0,60 m.

Tout câble souterrain est protégé sur tout son parcours par une couverture en matériaux durables et résistants, destinée à le préserver de l'atteinte des outils lors des fouilles. Cette couverture déborde le câble; elle est réalisée sans joint longitudinal continu au-dessus de celui-ci.

Les câbles comportent un écran de protection électrique mis à la terre; dans le cas des câbles du type armé, l'armure peut servir à cette fin. La coordination entre les dispositifs de protection et les sections de l'écran de protection est telle que les canalisations électriques sont protégées suffisamment contre les avaries que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit.

Tout câble de haute tension en courant continu enterré et tout câble de haute tension en courant alternatif de deuxième catégorie enterré sont signalés par un dispositif avertisseur non corrodable, placé au moins à 10 cm au-dessus dudit câble.

En ce qui concerne la protection contre les contacts directs et indirects, aucune mesure complémentaire aux conditions décrites ci-dessus n'est requise.

b. Traversée des murs et parois

Lorsque la pose de câbles souterrains nécessite le percement de murs ou parois, la percée sera soigneusement obturée après la pose.

c. Voisinage et croisement des câbles souterrains de télécommunication

c.1. Disposition générale

Au voisinage et au croisement des câbles souterrains de télécommunication, tout câble d'énergie est posé de manière à se trouver, en chacun de ses points, à 0,50 m au moins des câbles de télécommunication existant au moment de la pose.

Si une telle disposition n'est pas réalisable, une dérogation peut être octroyée par les Ministres intéressés ou les fonctionnaires qu'ils désignent à cet effet. Dans une telle éventualité, celui qui pose la canalisation électrique prend, de concert avec le propriétaire du câble de télécommunication, les mesures propres à exclure des erreurs ultérieures dans l'identification des câbles, à prévenir tous dommages ainsi qu'à éviter les troubles dans les communications et le danger pouvant découler de cette dérogation.

c.2. Déplacement des câbles de télécommunication et d'énergie

Si des câbles de télécommunication et d'énergie sont déplacés à la demande de tiers, les mesures dérogatoires reprises sous le *point c.1.* ci-avant sont d'application.

d. Repérage

d.1. Principe

La présence d'un câble est signalée de manière visible et durable. A cet effet, un repère est placé à chacune des extrémités des alignements. Si l'alignement a plus de 200 mètres de longueur, des repères intermédiaires sont placés au moins tous les 200 mètres. Des repères sont également placés aux extrémités des courbes.

Dans les courbes de plus de 20 mètres de développement, un repère supplémentaire est placé au milieu de l'arc décrit. Si une distance de 50 mètres sépare ce repère de ceux marquant les origines de la courbe, des repères supplémentaires sont placés de manière que l'écartement entre repères soit de 50 mètres au maximum.

d.2. Nappes de câbles

Dans le cas d'une nappe de plusieurs câbles, il peut être fait usage de repères communs pour l'ensemble de ces câbles.

d.3. Exception

S'il est impossible d'implanter un repère au-dessus de l'emplacement d'un ou de plusieurs câbles, ce repère est implanté à une distance aussi réduite que possible du gisement du ou des câbles.

Dans le cas de propriétés privées, les repères sont placés de préférence aux limites des parcelles ou en d'autres endroits où l'exploitation et, en particulier l'exploitation des terres agricoles, n'est pas entravée par leur présence.

N'est pas obligatoirement signalée, la présence des câbles posés par les Chemins de fer Belges sur son propre terrain.

N'est pas non plus signalée: la présence des câbles posés dans une voie publique lorsque l'autorité /ayant la gestion de cette voie publique s'oppose formellement au placement de repères sur celle-ci à cause de la nature spéciale du revêtement de la voirie.

d.4. Les repères

Les repères utilisés sont en matière durable. Leur superficie n'est pas inférieure à 0,01 m^2 ni leur plus petite dimension inférieure à 0,08 m. Ils portent, au moins en saillie sur leur face apparente, les indications suivantes:

- un éclair pour signaler la présence d'un seul câble;
- deux éclairs pour signaler la présence d'une nappe de câbles superposés ou voisins.

d.5. Plans des canalisations souterraines

Concernant les obligations du propriétaire, voir *section 9.1.4.*

d.6. Domaine militaire

L'autorité militaire peut s'opposer, pour des motifs de sûreté militaire, à l'application intégrale ou partielle de ce *point d.* aux installations qu'elle utilise ou qui sont situées sur son domaine.

Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance)

Section 5.3.1. Généralités

Ce Chapitre traite du choix et de la mise en œuvre de l'appareillage électrique relatif à la protection, à la commande, au sectionnement et à la surveillance; et ceci en tenant compte entre autre des influences externes, comme définies au *chapitre 2.10.*:

- AA – température ambiante;
- AD – présence d'eau;
- AE – présence de corps solides étrangers;
- AF – présence de substances corrosives ou polluantes;
- AG – contraintes mécaniques dues aux chocs;
- AH – contraintes mécaniques dues aux vibrations;
- AK – présence de flore et/ou moisissure et AL – présence de faune;
- AM – influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes et AN – rayonnements solaires;
- BA – compétence des personnes;
- BB – état du corps humain;
- BC – contact des personnes avec le potentiel de terre;
- BD – possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence;
- BE – nature des matières traitées ou entreposées;
- CA – matériaux de construction;
- CB – structure des bâtiments.

Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes

Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les machines et appareils électriques sont choisis et mis en œuvre, suivant les dispositions du *tableau 5.1.* en tenant compte des températures existant dans les lieux où ils sont utilisés.

Tableau 5.1. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante

Code	*Température ambiante*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
AA1	−60°C à +5°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées
AA2	−40°C à +5°C	
AA3	−25°C à +5°C	
AA4	−5°C à +40°C	Normal
AA5	+5°C à +40°C	
AA6	+5°C à +60°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées

Pour des matériels particuliers, il peut être tenu compte des températures mentionnées dans le *tableau 5.2.*

Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante

Code	*Température*	*Caractéristique du matériel et mise en œuvre*
AA7	−15 °C à +25 °C	Matériel normal pour extérieur
AA8	−5 °C à +30 °C	Matériel normal pour locaux habituellement chauffés.

Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de liquides est déterminé selon la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.3.*

Tableau 5.3. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Degré de protection*
AD1	négligeable	IPX0

AD2	temporairement humides	IPX1
AD3	humides	IPX3
AD4	mouillés	IPX4
AD5	arrosés	IPX5
AD6	paquets d'eau	IPX6
AD7	immergés	IPX7
AD8	submergés	IPX8

Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de corps solides étrangers est déterminé selon les normes conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.4.*

Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Code	***Corps solides étrangers***		***Degré de protection***
AE1	Grande dimension		IP2X ou IP0X selon qu'un degré de protection est ou n'est pas imposé contre les dangers d'un contact direct
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm		IP3X
AE3	Plus petite dimension 1 mm		IP4X
AE4	Poussières	Pouvant y pénétrer	IP5X
		Etanchéité nécessaire	IP6X

Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité ou la nature des agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1) sur les machines et appareils électriques, ceux-ci sont conformes aux règles de l'art pour les conditions usuelles d'emploi.

En présence d'agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), les machines et appareils électriques sont conçus et réalisés de telle manière qu'ils subissent avec succès l'essai au brouillard salin, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action intermittente ou s'ils peuvent être soumis à une action accidentelle de produits chimiques (AF3), les machines et appareils électriques sont conçus et fabriqués de telle manière qu'ils satisfont à un essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action permanente de produits chimiques (AF4), les machines et appareils électriques sont spécialement étudiés ou leur revêtement protecteur spécialement approprié en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, des conditions particulières en la matière et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Si l'influence externe est de la classe AG1, les machines et appareils électriques peuvent être du type domestique conforme soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Si l'influence externe est de la classe AG2 ou AG3, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux contraintes prévisibles.

Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les machines et appareils électriques sont soumis à des vibrations qui sont définies par les règles de l'art comme moyennes ou importantes (AH2 ou AH3), ils sont spécialement étudiés ou des dispositions spéciales sont prises à leur égard.

Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore et/ou moisissures dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales. Le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures éventuelles de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune, telles que nettoyage, emploi de pesticides...

Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Des mesures de protection spéciales, reprises ci-après, sont éventuellement utilisées.

Contre les courants vagabonds (AM2):
- isolation renforcée;
- revêtements protecteurs spéciaux;
- protection cathodique;
- équipotentialité supplémentaire.

Contre les influences électromagnétiques (AM3) ou ionisantes (AM4):
- éloignement des sources de rayonnement;
- interposition d'écrans;
- enveloppes en matériaux spéciaux.

Contre les influences électrostatiques (AM5):
- écran mis à la terre;
- réduction de la résistance superficielle des matières isolantes;
- équipotentialité supplémentaire;
- disposition d'emplacements non conducteurs.

Contre les courants induits (AM6):
- éloignement des sources de courant induit;
- interposition d'écrans.

Contre les rayonnements solaires susceptibles de nuire au matériel électrique (AN2):
- matériaux résistant aux rayons ultraviolets;
- revêtements de couleur spéciale;
- interposition d'écrans.

Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA)

Le choix des machines et appareils électriques tient compte des dispositions du *tableau 5.5*.

Tableau 5.5. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BA1	Ordinaires	Normal
BA2	Enfants	Matériel de degré de protection supérieur à IPXX-B
BA3	Handicapés	Inaccessibilité des matériels dont les températures des surfaces extérieures sont supérieures à 80 °C
BA4	Averties	Matériel non protégé contre les contacts directs admis
BA5	Qualifiées	

Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BB, en fonction de l'état du corps humain; en tenant compte des dispositions du *tableau 5.6*.

Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	Normal
BB2	Peau mouillée	Mesures de protection appropriées
BB3	Peau immergée dans l'eau	

Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BC, en fonction de la fréquence des contacts des personnes avec le potentiel de terre.

Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BE, en fonction de la nature des matières traitées ou entreposées:
- BE2 risque d'incendie: *sections 4.3.3. et 5.2.7.*;
- BE3 risque d'explosion: *chapitre 7.1.*;
- BE4 risque de contamination: *section 4.6.3.*

Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA)

Si l'influence externe est CA2, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles; il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3.*

Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB)

Si l'influence externe est CB2, CB3 ou CB4, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles. Pour CB2, il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3.*

Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure

Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité

a. Sectionnement

a.1. Généralités

Des dispositifs sont prévus pour permettre le sectionnement de tout ou partie de l'installation électrique en vue de l'entretien, de la vérification et de la localisation des défauts et des réparations.

a.2. Sectionnement en amont et en aval des transformateurs haute tension

Les raccordements à tout transformateur haute tension / basse tension sont pourvus tant en amont qu'en aval, des dispositifs de sectionnement conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondant à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Cette prescription ne s'applique pas:
- au transformateur formant groupe avec une autre machine ou appareil électrique. Dans ce cas, les dispositifs de sectionnement entre le transformateur et la machine ou appareil électrique avec lequel ils forment groupe peuvent être supprimés;
- aux transformateurs des appareils de mesure.

a.3. Choix et caractéristiques du matériel

Les dispositifs à semi-conducteurs ne sont pas utilisés pour assurer le sectionnement.

Le contrôle de la position du sectionneur ou d'un dispositif de sectionnement est réalisé de l'une des manières suivantes:
- le sectionnement est visible;
- la position de chaque contact mobile assurant la distance de sectionnement ou d'isolement entre chaque contact est indiquée par un dispositif indicateur, conforme aux conditions de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou de l'arrêté pris par les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Un des dispositifs suivants est utilisé :
- sectionneur multipolaire ou unipolaire;
- débrochage d'un appareil;
- enlèvement des conducteurs, barres ou barrettes de sectionnement;
- éléments de remplacement des coupe-circuit à fusibles;
- interrupteur-sectionneur;
- disjoncteur-sectionneur.

Si aucun de ces dispositifs n'est utilisé, la distance minimale entre pièces nues sous tension est donnée en mm, par la formule suivante:

$$50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

où U_N, tension nominale entre phases, est exprimée en kV.

Dans ce cas, les moyens permettant de réaliser cette distance sont mis en œuvre de façon sûre par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

Si la fréquence d'utilisation est différente de la fréquence industrielle conformément à la norme y relative homologuée par le Roi, les distances adaptées conformément aux règles de l'art seront d'application.

a.4. Mise en œuvre des moyens complémentaires

Les dispositifs sont conçus et installés de manière à ne pas pouvoir être refermés intempestivement sous l'effet de chocs prévisibles.

En outre, des mesures sont prises pour empêcher toute remise sous tension intempestive du matériel tant que des personnes y travaillent; ces mesures sont réalisées par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) et peuvent être:
- le verrouillage par serrure ou par cadenas;
- le placement de pancartes;
- le placement dans un local fermant à clé;
- la mise en court-circuit et à la terre des parties actives.

D'autres mesures sont également prises, si nécessaire, pour:
- assurer la décharge de toute énergie capacitive;
- éviter le retour de tension lorsque l'installation est alimentée par plusieurs sources.

b. Coupure pour entretien mécanique

b.1. Généralités

La coupure pour entretien mécanique est destinée à couper l'alimentation des parties de matériel alimentées en énergie électrique, de façon à éviter les accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

b.2. Choix du matériel

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont de préférence disposés dans le circuit principal d'alimentation. Ils coupent tous les conducteurs actifs d'alimentation. Toutefois, l'interruption du circuit de commande est admise lorsqu'une sécurité supplémentaire fournit une condition équivalente à la coupure de l'alimentation principale ou lorsque les spécifications correspondantes le permettent.

La coupure pour entretien mécanique peut par exemple être réalisée au moyen de:
- interrupteurs multipolaires;
- disjoncteurs;

– auxiliaires de commande.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique ou les auxiliaires de commande correspondants sont à commande manuelle et ont une coupure visible de l'extérieur ou une position clairement et sûrement indiquée. L'indication de cette position doit apparaître seulement lorsque la position «ARRÊT» ou «OUVERT» a été atteinte sur chaque pôle. Des positions supplémentaires, par exemple «MARCHE», «ESSAIS», «DÉCLENCHÉ», peuvent être prévues pourvu qu'elles soient clairement repérées.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont conçus ou installés de façon à empêcher toute refermeture intempestive, par exemple par des chocs ou des vibrations.

Le sectionnement constitue aussi un dispositif valable.

c. Coupure électrique d'urgence

c.1 Généralités

Les moyens de coupure électrique d'urgence sont prévus pour toute partie d'installation pour laquelle il peut être nécessaire de couper l'alimentation afin de supprimer un danger. Lorsque ce danger est la conséquence d'un mouvement, le dispositif est appelé «arrêt d'urgence».

Une coupure électrique d'urgence et/ou un dispositif d'arrêt d'urgence peuvent être prévus dans diverses applications et ce, conformément aux règles de l'art existant en la matière.

Ces dispositifs de coupure électrique d'urgence y compris ceux d'arrêt d'urgence sont placés de manière à être facilement reconnaissables et rapidement accessibles.

c.2 Choix et caractéristiques du matériel

Les moyens de coupure électrique d'urgence, y compris les moyens d'arrêt d'urgence, sont capables de couper le courant de pleine charge de la partie correspondante d'installation, y compris les courants de moteurs calés éventuels. Ils peuvent être constitués:

– d'un simple dispositif de coupure coupant directement l'alimentation principale;
– d'une combinaison de plusieurs appareils mis en œuvre par une seule action et produisant la suppression du danger par coupure de l'alimentation de la partie correspondante d'installation; elle peut comprendre le maintien de l'alimentation pour le freinage électrique. Exemples:
  - interrupteurs du circuit principal;
  - boutons poussoirs et analogues dans les circuits de commande.

Les dispositifs à commande manuelle sont de préférence choisis pour la coupure directe du circuit principal.

Les contacteurs, actionnés par commande à distance, s'ouvrent par coupure de l'alimentation des bobines ou par d'autres techniques présentant une sûreté équivalente.

Les moyens de commande (poignées, boutons poussoirs...) des dispositifs doivent être clairement identifiés, si possible par la couleur rouge contrastant avec la couleur du fond.

Les dispositifs de coupure électrique d'urgence sont verrouillables (électriquement ou mécaniquement) dans la position de coupure ou d'arrêt. Des dispositifs non verrouillables sont acceptables lorsque le dispositif et les moyens de démarrage sont tous les deux sous la surveillance d'une seule et même personne. Selon les besoins, cette surveillance est permanente.

Sous-section 5.3.3.2. Mettre à la terre

Suivant le cas, toute installation ou partie d'installation peut être mise à la terre pour autant que cette mesure ne soit pas de nature à diminuer la sécurité générale de l'installation.

Sous-section 5.3.3.3. Commande fonctionnelle

a. Généralités

Un dispositif de commande est placé en amont de machines, appareils ou canalisations électriques dont on peut être appelé à établir ou à interrompre l'alimentation indépendamment des autres parties de l'installation.

b. Choix du dispositif de commande

Les dispositifs ci-après peuvent être utilisés s'ils sont conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes:

- interrupteurs;
- disjoncteurs;
- contacteurs;
- auxiliaires de commandes;
- dispositifs électroniques.

c. Coupure des conducteurs

Les dispositifs de commande assurant la permutation de sources d'alimentation agissent sur tous les conducteurs actifs et ne mettent pas intempestivement en parallèle les sources.

d. Emplacement

En particulier, toute machine ou appareil d'utilisation électrique est manœuvré par un dispositif de commande.

Ce dispositif est nécessaire même lorsque le fonctionnement de la machine ou de l'appareil d'utilisation électrique est dépendant d'un relais, d'un thermostat ou de tout autre organe analogue.

Toutefois, il est admis:
- qu'un même dispositif commande plusieurs machines ou appareils électriques dont le fonctionnement est simultané;
- qu'un dispositif de commande sur le circuit d'alimentation d'une machine ou d'un appareil électrique ne soit pas prévu si cette machine ou cet appareil électrique comportent eux-mêmes un interrupteur général.

e. Dispositifs de commande

En plus des dispositions prévues ci-avant, les moteurs sont munis, d'après les règles de l'art, des dispositifs appropriés de commande si leur démarrage sans ces dispositifs perturbe anormalement le fonctionnement des autres utilisations.

Sauf pour des raisons prépondérantes de sécurité, les dispositifs de commande des moteurs sont tels qu'après un arrêt, soit empêchée la réalimentation automatique des moteurs dont le redémarrage est alors susceptible de provoquer un danger pour les personnes.

f. Circuits de commande

Les circuits de commande sont conçus et réalisés de manière à ne pas compromettre la sécurité des personnes et la protection efficace du matériel contre les conséquences d'un défaut d'appareillage.

Ils sont notamment conçus et disposés de manière à limiter les risques résultant d'un contact accidentel d'un ou plusieurs points de circuit de commande à la masse (ou à la terre) susceptible de provoquer une mise en marche intempestive ou d'empêcher l'arrêt de la machine ou de l'appareil électrique commandés.

Sous-section 5.3.3.4. Fonctions simultanées

Les fonctions de coupure de sécurité et de commande fonctionnelle peuvent être réunies en tout ou en partie dans un même dispositif pour autant que toutes les conditions prévues pour chaque fonction soient respectées.

Sous-section 5.3.3.5. Dispositifs à refermeture automatique pour des appareils de protection contre les surintensités

a. Généralités

Les dispositifs à refermeture automatique sont prévus pour refermer des appareils de protection contre les surintensités après un déclenchement par un défaut, afin de rétablir la continuité de service.

Les dispositifs à refermeture automatique sont conformes:
- soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne;
- soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Ils sont installés et utilisés conformément aux prescriptions du fabricant, avec des appareils de protection adéquats contre les surintensités.

b. Prescriptions particulières

Pour les installations dans des lieux à danger d'incendie accru, l'utilisation du dispositif à refermeture automatique des appareils de protection contre les surintensités, suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas:
- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22 d'un lieu BE3; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique de l'appareil de protection contre les surintensités tient compte de la température de sécurité du matériel électrique.

c. Repérages

La présence d'un dispositif à refermeture automatique dans un ensemble de répartition et de manœuvre doit être indiquée par une étiquette à placer près du dispositif à refermeture automatique. Elle mentionne : *"Avertissement: avant tout accès aux parties actives, désactiver la fonction de refermeture automatique et déclencher le dispositif de protection associé."*

Les circuits concernés doivent être clairement repérés.

Le schéma des circuits doit mentionner la présence de dispositifs à refermeture automatique.

Section 5.3.4. Circuits de mesure

Sous-section 5.3.4.1. Généralités

Le matériel de mesure respecte soit les prescriptions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit les dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Sauf application particulière, les transformateurs de mesure sont du type monophasé, ils ont pour rôle d'alimenter:
- des appareils de mesure (compteurs);
- des appareils de protection (relais, dispositifs de déverrouillage).

Un point de chaque enroulement secondaire des transformateurs de mesure à haute tension est relié à l'installation de mise à la terre à haute tension. Par dérogation aux dispositions de la *sous-section 4.4.3.1.*, les dispositifs de protection contre les surcharges du côté primaire des transformateurs de mesure à haute tension et de leurs canalisations électriques d'alimentation peuvent être omis.

Les transformateurs de mesure ont une puissance nominale et appartiennent à une classe qui est suffisamment performante pour les appareils qui y sont reliés.

Sous-section 5.3.4.2. Circuits de mesure de tension

Par dérogation aux dispositions de la *section 4.4.2.*, la protection contre les courts-circuits des transformateurs de tension à haute tension peut être assurée par des dispositifs de protection faisant partie des postes de distribution ou de transformation auxquels ils appartiennent.

Pour les transformateurs de tension à haute tension de la deuxième catégorie, les dispositifs de protection susvisés peuvent être installés à un endroit quelconque dans les circuits d'alimentation des postes de distribution ou de transformation auxquels ils appartiennent.

Les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension peuvent ne pas être protégés contre les surcharges par des dispositifs de protection lorsque:
1. le risque de courts-circuits dans les circuits secondaires est limité au minimum;
2. le courant maximal pouvant passer par les circuits secondaires n'excède pas le courant nominal de ces circuits.

Les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension peuvent ne pas être protégés contre les courts-circuits par des dispositifs de protection lorsque:
1. le risque de courts-circuits dans les circuits secondaires est limité au minimum;
2. ils ne sont pas installés à proximité de matériaux combustibles.

Il est interdit de protéger les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension contre les surintensités lorsque l'interruption de courant peut provoquer un danger.

Sous-section 5.3.4.3. Circuits de mesure de courant

Il est interdit de protéger les circuits secondaires des transformateurs de courant contre les surcharges et les courts-circuits.

Les transformateurs de courant résistent au courant thermique de courte durée qui peut se manifester à l'endroit du placement.

Les transformateurs de courant destinés aux mesures sont choisis avec un facteur de saturation le plus bas possible et une puissance nominale tels que le courant de court-circuit dans le circuit primaire ne puisse endommager les appareils de mesure placés dans le circuit secondaire.

Les transformateurs de courant destinés à la protection sont choisis avec un facteur de saturation le plus grand possible et une puissance nominale tels qu'un courant de court-circuit dans le circuit primaire n'affecte pas le fonctionnement des appareils de protection placés dans le circuit secondaire.

Lorsqu'un transformateur de courant est utilisé tant à des fins de mesure que de protection, les appareils de mesure sont protégés, si nécessaire, par des transformateurs intermédiaires adaptés placés dans le circuit pour éviter l'endommagement provoqué par les courants de court-circuit.

Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles

Section 5.4.1. Exigences générales

Sous-section 5.4.1.1. Généralités

Les caractéristiques de l'installation de mise à la terre sont déterminées de telle sorte que les objectifs suivants soient atteints:
1. offrir une résistance aux influences mécaniques et chimiques prévisibles;
2. offrir une résistance à l'action thermique du courant de défaut maximal présumé;
3. empêcher la détérioration des biens et du matériel;
4. garantir la sécurité des personnes, compte tenu de la tension qui peut apparaître lors de l'écoulement du courant de défaut maximal présumé à travers l'installation de mise à la terre, compte tenu des mesures de protection passives et actives.

Sous-section 5.4.1.2. Résistances aux influences mécaniques et chimiques

Les éléments constituants d'une installation de mise à la terre sont fabriqués avec des matériaux offrant une résistance suffisante aux phénomènes de corrosion (corrosion chimique ou biologique, oxydation, corrosion électrolytique...).

De plus ils offrent la résistance nécessaire aux contraintes mécaniques auxquelles ils peuvent être soumis tant au cours de leur placement, que pendant leurs conditions normales de fonctionnement.

Sous-section 5.4.1.3. Résistance à l'action thermique de courants de défaut

Les sections à respecter pour les conducteurs constituant les éléments de l'installation de mise à la terre sont fonction du courant de défaut maximal présumé.

Quand le courant de défaut se répartit sur un ensemble d'électrodes de terre, les dimensions de chaque électrode de terre peuvent être déterminées en tenant compte de cette répartition du courant.

Le calcul de la résistance thermique de l'installation de mise à la terre doit tenir compte de la valeur et de la durée du courant de défaut. A cet effet, on opère une distinction entre une durée inférieure ou égale à 5 secondes (échauffement adiabatique) et une durée supérieure à 5 secondes (échauffement non adiabatique).

Pour une durée inférieure ou égale à 5 secondes, la section minimale est calculée par la formule:

$$S \geq \frac{I}{k} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

avec:
- S : section en mm²;
- I : valeur efficace du courant de défaut phase/terre en A;
- t : durée du courant de défaut en secondes;
- k : constante à 20 degrés Celsius dépendante de la nature du matériau. Les valeurs de cette constante correspondant à la plupart des matériaux utilisés sont répertoriées au *tableau 5.7.*;
- β : valeur inverse du coefficient de température (α) de la résistivité du matériau en fonction de la

température du matériau en degré Celsius comme indiqué au *tableau 5.7.*;

- Θ_i : température initiale en °C dans des conditions ambiantes normales;
- Θ_f : température maximale admissible en °C après l'écoulement du courant de défaut indiqué au *tableau 5.8.*

Tableau 5.7. Valeurs des constantes ß et k pour certains matériaux

Matériaux	***ß*** ***[°C]***	***k*** $[A \cdot \sqrt{s}/mm^2]$
Cuivre	234,5	226
Aluminium	228	148
Acier	202	78
Alliage d'aluminium	258	149

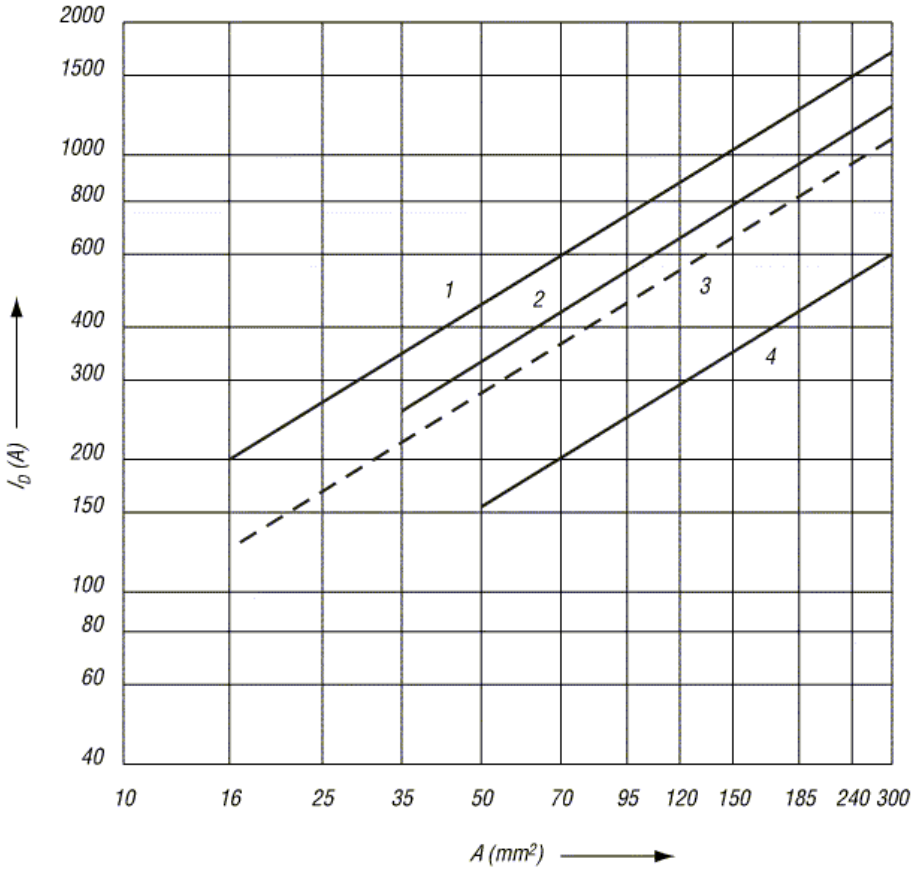
Tableau 5.8. Températures maximales admissibles en fonction du matériau

Matériaux		***Température initiale Θ_i [°C]***	***Température finale Θ_f [°C]***
Fils non chargés mécaniquement	Cuivre affine	20	300
	Cuivre affiné galvanisé	20	300
	Aluminium affine	20	300
	Acier affiné galvanisé	20	300
Ligne aérienne	Cuivre affine	20	170
	Alliage d'aluminium	20	170
	Aluminium – Acier	20	150
	Alliage d'aluminium – acier	20	150
Cuivre affiné étamé		20	150
Cuivre à gaine de plomb		20	150
Les matériaux précités avec une gaine en:			
Polychlorure de vinyle (PVC)		20	160
Caoutchouc		20	220
Polyéthylène réticulé (PRC)		20	250
Ethylène – Propylène (EPR)		20	250
Caoutchouc siliconé (SIR)		20	350

Pour une durée supérieure à 5 secondes, la section minimale est déterminée à l'aide de l'un des graphiques représentés aux *figures 5.19.* et *5.20.* Les droites 1, 2 et 4 se rapportent à une température finale de 300 °C. La droite 3 se rapporte à une température finale de 150 °C. Quand la température finale à respecter n'est pas égale à 300 °C, il convient d'appliquer le facteur de correction défini au *tableau 5.9.*, à la valeur lue sur le graphique des *figures 5.19.* et *5.20.*

Les valeurs des *figures 5.19.* et *5.20* et du *tableau 5.9.* ne sont pas valables pour des conducteurs sous contrainte mécanique; pour ces derniers, il convient de définir les valeurs par calcul.

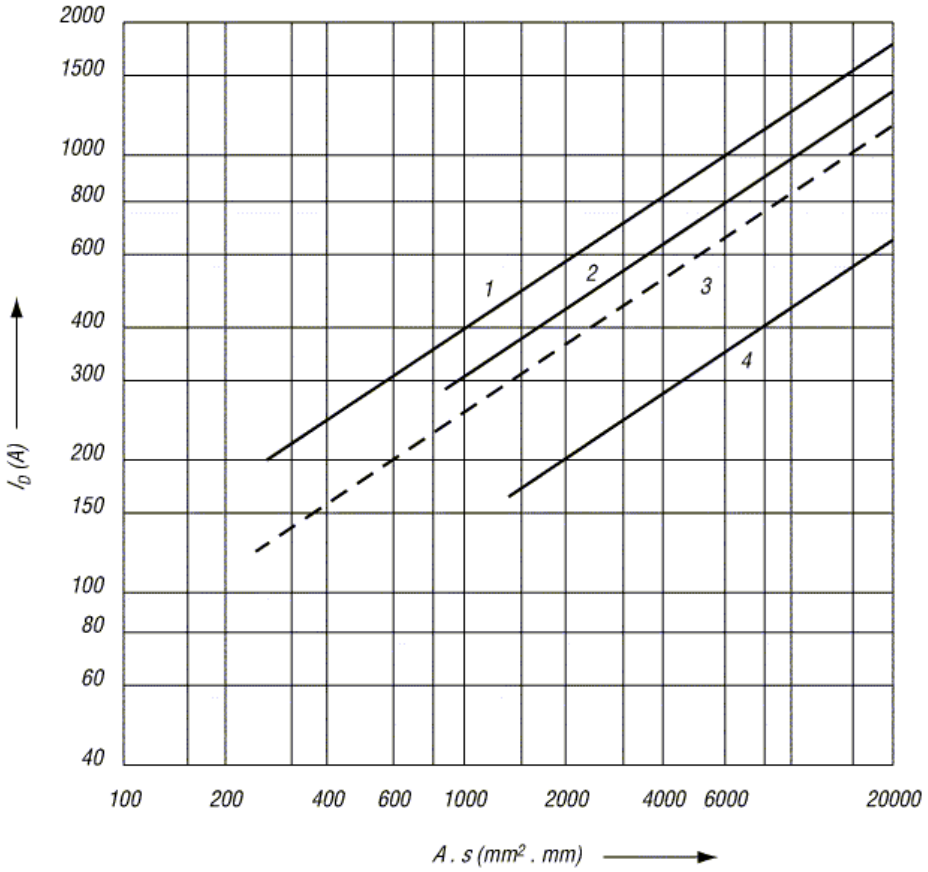
Figure 5.19. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section circulaire en fonction de leur section (A en mm²)



Les droites 1, 2 et 4 s'appliquent à une température finale de 300 °C; la droite 3 pour une température finale de 150 °C.

- Droite 1: cuivre, nu ou avec revêtement de zinc
- Droite 2: aluminium
- Droite 3: cuivre, étamé ou gainé de plomb
- Droite 4: acier galvanisé

Figure 5.20. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section rectangulaire en fonction du produit de la section et du périmètre (A x s)



Les droites 1, 2 et 4 s'appliquent à une température finale de 300 °C; la droite 3 pour une température finale de 150 °C.

- Droite 1: cuivre, nu ou avec revêtement de zinc.
- Droite 2: aluminium.
- Droite 3: cuivre, étamé ou gainé de plomb.
- Droite 4: acier galvanisé.

Tableau 5.9. Facteur de correction en fonction de la température finale

Température finale Θ_f [°C]	*Facteur de correction*
400	1,2
350	1,1
300	1
250	0,9
200	0,8
150	0,7
100	0,6

Section 5.4.2. Réalisation des prises de terre

Sous-section 5.4.2.1. Généralités

Une prise de terre peut être réalisée en enfouissant dans le sol une ou plusieurs électrodes de terre horizontales, verticales ou obliques.

Les électrodes de terre disposées horizontalement sont enfouies à une profondeur de minimum 0,6 m sous la surface du sol.

En ce qui concerne les électrodes de terre verticales ou obliques, seule la partie utile est prise en compte. Elles sont placées les unes par rapport aux autres à une distance au moins égale à leur longueur.

Lorsque divers matériaux susceptibles de constituer des couples galvaniques doivent être connectés les uns aux autres, il convient de protéger ces matériaux à l'endroit même de leur(s) connexion(s), par des moyens durables, contre le contact avec des électrolytes provenant de leur environnement.

La prise de terre ne peut être en contact avec un quelconque élément métallique étranger enfoui dans la terre.

Sous-section 5.4.2.2. Caractéristiques

a. Choix des matériaux et dimensions minimales

A l'exception des cas particuliers repris en *b.6.1.*, les électrodes de terre sont constituées de matériaux mentionnés au *tableau 5.10.*

Leurs dimensions minimales, en fonction du matériau et du type d'électrode, sont conformes aux valeurs mentionnées au dit tableau.

Tableau 5.10. Dimensions minimales des électrodes de terre en fonction des matériaux utilisés en rapport avec leur résistance aux influences mécaniques et corrosives

Matériaux	*Type des électrodes de terre*	*Dimensions minimales*				
		Ame			*Revêtement/Gaine*	
		Diamètre [mm]	*Section [mm²]*	*Epaisseur [mm]*	*Valeur individuelle [µm]*	*Valeur moyenne [µm]*
Acier						
Galvanisation thermique	Feuillards (2)		90	3	63	70
	Profilé		90	3	63	70
	Tubes	25		2	47	55
	Barres rondes	16			63	70
	Fils ronds	10				50
Gaine de plomb	Fils ronds	8			1000	
Gaine en cuivre extrudé	Barres rondes	15			2000	
Enveloppe électrolytique	Barres rondes	14,2			90	100
Cuivre						
Affiné	Feuillards (2)		50	2		
	Fils ronds		25			
	Câbles torsadés	1,8 (1)	25			
	Tubes	20		2		
Etamé	Câbles torsadés	1,8 (1)	25		1	5
Galvanisé	Feuillards		50	2	20	40
Gaine de plomb	Câbles torsadés	1,8 (1)	25		1000	
	Fils ronds		25		2000	

(1) Valeur pour chaque fil
(2) Feuillards, laminés ou découpés, avec coins arrondis

b. Réalisation

La prise de terre est réalisée suivant une des méthodes ou combinaison de méthodes décrites ci-après:

b.1. Soit une boucle de terre d'au moins 8 m de long, en contact avec la terre et disposée à fond d'une fouille. Si l'installation à haute tension se trouve dans un bâtiment, la boucle de terre est placée de préférence sous les parois extérieures du bâtiment.
Les deux extrémités de la boucle sont reliées à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.2. Soit au moins quatre piquets de terre d'une longueur utile minimale de 1,5 m, enfoncés verticalement ou obliquement (max. 45° par rapport à la verticale) vers l'extérieur de la construction et régulièrement répartis autour de celle-ci. Ces piquets sont reliés entre eux par une boucle de terre dont les deux extrémités sont reliées à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.3. Soit une électrode de terre profonde d'une longueur enfoncée d'au moins 6 m. Cette électrode de terre est raccordée par un conducteur de terre à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.4. Soit une électrode de terre horizontale ayant une longueur utile d'au moins 8 m. Cette électrode de terre est raccordée par un conducteur de terre à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.5. Soit un réseau maillé ayant une aire supérieure à 200 m^2 et constitué d'au moins 9 mailles. Ces mailles, de 10 m maximum de côté, sont situées de préférence sous la zone occupée par l'installation haute tension.
Des sectionneurs de terre ne sont pas requis dans ce cas, mais la mesure de la valeur initiale de la résistance de terre (telle que prévue au *point b.3. de la sous-section 4.2.3.2.*) doit être rendue possible avant la mise en usage.

b.6. Cas particulier
1. La prise de terre des installations électriques des chemins de fer, situées le long des voies et dont la tension nominale entre conducteurs actifs ne dépasse pas 1100 V en courant alternatif, peut être constituée d'un ensemble de poteaux en acier interconnectés électriquement et enfouis dans un massif de béton en contact direct avec la terre pour autant que:
   - la surface de contact entre poteau et béton, située à au moins 30 cm en dessous de la surface du sol, soit au moins égale à 5000 cm^2 par poteau;
   - le nombre de poteaux soit au moins de 30;
   - la distance minimale entre 2 poteaux soit de 10 m.
2. La prise de terre des installations électriques non-domestiques, peut être constituée d'un ensemble de pieux en béton armé en contact direct avec la terre pour autant que:
   - le nombre de pieux soit au moins de 4;
   - la longueur utile soit d'au moins 10 m;
   - la distance entre chacun des 4 pieux soit au moins de 6 m;
   - le diamètre des pieux soit d'au moins 35 cm;
   - les armatures des différents pieux soient interconnectés électriquement.

   Des sectionneurs de terre ne sont pas requis dans ce cas, mais la mesure de la valeur initiale de la résistance de terre (telle que prévue au *point b.3. de la sous-section 4.2.3.2.*) doit être rendue possible avant la coulée de la dalle de béton.

Sous-section 5.4.2.3. Mise à la terre globale

a. Principe général

La mise à la terre globale permet de limiter les élévations du potentiel des terres locales par une meilleure dispersion du courant de défaut à la terre. La mise à la terre globale est obtenue par:
- soit une longueur suffisante de câbles avec effet de terre;
- soit un nombre suffisant d'installations de mise à la terre haute tension reliées entre elles par des conducteurs de protection;
- soit une combinaison des deux possibilités citées ci-dessus.

b. Conditions auxquelles doit satisfaire une mise à la terre globale

Une mise à la terre globale doit satisfaire à une des conditions *b.1.* ou *b.2.* ou *b.3.* ci-après:

b.1.
- les installations de mise à la terre locale à HT sont reliées aux câbles avec effet de terre;
- la somme des longueurs de ces câbles est d'au moins 1 km, les tracés communs ne comptent qu'une seule fois;

b.2. au moins 20 installations de mise à la terre locale à HT sont interconnectées;

b.3. combinaison des conditions *b.1.* et *b.2.* en admettant qu'une installation de mise à la terre locale équivaut à 50 m de câble avec effet de terre.

Les câbles avec effet de terre ne doivent pas nécessairement constituer un ensemble continu mais peuvent être reliés entre eux par des conducteurs de protection contenus dans d'autres types de câbles ou de lignes aériennes. La longueur moyenne (L) des conducteurs de protection servant à l'interconnection des installations de mise à la terre locales et/ou des tronçons de câbles avec effet de terre doit répondre à la formule suivante:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16\ mm^2}\ (m)$$

S_m = moyenne des sections, pondérée en fonction de la longueur des conducteurs de protection des câbles de liaison et exprimée en mm² de section équivalent cuivre.

Si une liaison comprend divers câbles en parallèle, il convient d'en tenir compte lors du calcul de S_m.

La continuité électrique des parties métalliques des gaines et des conducteurs de protection doit être assurée au droit des connexions, des postes de sectionnement, des postes de transformation et des supports.

c. Utilisation de la mise à la terre globale du réseau de distribution de niveau supérieur

A la demande de l'exploitant d'une installation à haute tension raccordée à un autre réseau de distribution de niveau supérieur, l'exploitant de ce réseau de distribution de niveau supérieur confirmera par écrit si oui ou non l'installation concernée sera intégrée dans un réseau qui bénéficie d'une mise à la terre globale

Section 5.4.3. Réalisation des conducteurs de protection

Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs

Peuvent être utilisés comme conducteurs de protection:
- des conducteurs indépendants;
- des conducteurs empruntant les mêmes canalisations électriques que les conducteurs actifs d'une installation pour autant qu'ils soient isolés de la même façon que les conducteurs actifs précités;
- des gaines, tresses ou écrans métalliques, isolés ou non, de canalisations électriques, dont l'aptitude à cet égard est reconnue par les règles de l'art;
- les charpentes métalliques sur lesquelles est fixé de l'appareillage à haute tension à la condition que des précautions particulières soient prises pour:

1. assurer la continuité électrique avec une surface de contact adéquate;
2. que cette continuité ne puisse être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques, ainsi que par échauffement, lors du passage du courant de défaut maximal présumé jusqu'au déclenchement par les équipements de protection.

Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs

Le conducteur de protection a une section telle qu'il supporte sans dommage, par échauffement, le courant de défaut maximal présumé jusqu'au déclenchement par les équipements de protection; pour les conducteurs indépendants, elle est d'au moins:
- 16 mm² pour les conducteurs en cuivre apparents ou noyés dans le béton;
- 35 mm² pour les conducteurs non protégés contre la corrosion en cuivre, enterrés ou encastrés;
- 50 mm² pour les conducteurs en aluminium ou en acier.

Toutefois, la mise à la terre de certaines pièces métalliques telles que les garde-corps, peut être réalisée au moyen d'un conducteur de protection en cuivre d'une section minimale de 4 mm².

La section pour la mise à la terre d'un point de l'enroulement secondaire des transformateurs de mesure à haute tension est au moins égale à 2,5 mm² pour les conducteurs en cuivre. Si la mise à la terre est effectuée par un conducteur de protection sans protection mécanique, la section du conducteur de protection est portée à 4 mm² en cuivre.

Sous-section 5.4.3.3. Installation des conducteurs

Les conducteurs de protection sont convenablement protégés contre les détériorations mécaniques et chimiques et les effets électrodynamiques.

Les conducteurs indépendants en aluminium isolés ou non ne peuvent être ni enterrés, ni encastrés.

Sous-section 5.4.3.4. Repérage des conducteurs

Le conducteur de protection incorporé ou non à un câble est repéré de la manière définie en la matière par la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou par toutes dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Sous-section 5.4.3.5. Connexion des conducteurs au matériel électrique

Les masses de chaque machine et appareil électrique doivent être reliées à un conducteur de protection conformément à *la sous-section 5.4.3.1*.

Dans le cas d'utilisation de charpentes métalliques d'ensembles d'appareillage à haute tension en tant que conducteur de protection, celles qui forment une unité fonctionnelle (par exemple cellules) doivent en plus être reliées par un conducteur de protection continu en cuivre sur lequel d'autres conducteurs de protection peuvent être raccordés.

Cette prescription n'est pas d'application aux éléments métalliques de fixation des isolateurs.

L'enlèvement d'une machine ou d'un appareil électrique ne peut interrompre la continuité du circuit de protection.

Partie 6. Contrôles des installations

CHAPITRE 6.1. INTRODUCTION 100

CHAPITRE 6.2. DOMAINE D'APPLICATION 100

CHAPITRE 6.3. ORGANISMES AGRÉÉS 100

Section 6.3.1. Objet de l'agrément 100

Section 6.3.2. Définitions 100

Section 6.3.3. Conditions d'agrément 100

Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales 100

Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier 101

Section 6.3.4. Procédure d'agrément 101

Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément 101

Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs 102

Section 6.3.7. Critères de fonctionnement 102

Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance 103

Section 6.3.9. Surveillance et sanctions 103

Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques 104

CHAPITRE 6.4. CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AVANT MISE EN USAGE 104

Section 6.4.1. Généralités 104

Section 6.4.2. Contrôles administratifs 104

Section 6.4.3. Contrôles visuels 104

Section 6.4.4. Contrôles par essais 104

Section 6.4.5. Contrôles par mesures 104

Sous-section 6.4.5.1. Généralités 104

Sous-section 6.4.5.2. Contrôle des installations de mise à la terre 104

Section 6.4.6. Rapports 105

Sous-section 6.4.6.1. Généralités 105

Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les rapports d'une nouvelle installation électrique 105

Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion 105

Sous-section 6.4.6.4. Contenu du rapport de contrôle de conformité 105

CHAPITRE 6.5. VISITES DE CONTRÔLE 105

Section 6.5.1. Généralités 105

Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle 106

Section 6.5.3. Contrôles administratifs 106

Section 6.5.4. Contrôles visuels 106

Section 6.5.5. Contrôles par essais 106

Section 6.5.6. Contrôles par mesures 106

Sous-section 6.5.6.1 Généralités 106

Sous-section 6.5.6.2 Contrôle des installations de mise à la terre 106

Section 6.5.7. Rapports 107

Sous-section 6.5.7.1. Généralités 107

Sous-section 6.5.7.2. Contenu du rapport de visite de contrôle 107

Chapitre 6.1. Introduction

Cette partie concerne les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, les rapports à établir lors de ces contrôles ainsi que les conditions auxquelles doivent répondre les organismes agréés.

Chapitre 6.2. Domaine d'application

Les contrôles portent sur les installations électriques à haute tension, à l'exception des appareils d'utilisation à haute tension alimentés à partir d'un réseau à basse tension et dont la puissance de la partie haute tension n'excède pas 500 VA. Toutefois pour les lampes à décharges des enseignes lumineuses, la limite de 500 VA est réduite à 200 VA.

Chapitre 6.3. Organismes agréés

Section 6.3.1. Objet de l'agrément

Des organismes sont agréés par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions, pour l'exécution:
- des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques tels que prévus aux *chapitres 6.4.* et *6.5.*;
- et des contrôles des installations électriques tels que prévus au chapitre V du livre III, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail,

et ce conformément aux dispositions du présent chapitre.

Section 6.3.2. Définitions

Dirigeant technique: une personne désignée au sein de l'organisme agréé qui est chargée de la direction technique de l'organisme agréé;

Déclaration d'habilitation: déclaration écrite de l'organisme agréé par laquelle il reconnaît à un agent-visiteur son aptitude à effectuer dans un ou plusieurs domaines d'activités spécifiés, de façon autonome, des contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou des visites de contrôle;

Ministre: le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions;

Administration: la Direction générale de l'Energie du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie;

Commission: la Commission d'Avis et de Surveillance prévue à la *section 6.3.8.*;

Autorités de surveillance: les autorités visées au *point a.* de la *section 6.3.9.*

Section 6.3.3. Conditions d'agrément

Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales

a) L'organisme agréé doit:
   - avoir la personnalité juridique sous la forme d'une association sans but lucratif;
   - être accrédité conformément aux critères de la norme NBN EN ISO/IEC 17020 par le système belge d'accréditation créé par le Code Economique, en son Livre VIII, Titre 2, *Accréditation des organismes d'évaluation de la conformité* ou par un organisme d'accréditation équivalent au sein de l'Espace économique européen. Cette accréditation vise à établir les connaissances de la réglementation belge applicable aux installations électriques;
   - répondre en tant qu'organisme de contrôle de type A aux exigences y applicables selon la norme NBN EN ISO/IEC 17020.

b) Le dirigeant technique:
   - est porteur soit d'un diplôme d'ingénieur civil ou industriel soit d'un diplôme de master en sciences de l'ingénieur ou sciences industrielles délivré par un établissement d'enseignement supérieur belge ou d'un diplôme étranger reconnu équivalent à ceux-ci conformément à la réglementation applicable en la matière;
   - dispose d'une expérience professionnelle et scientifique adéquate pour pouvoir diriger l'organisme agréé avec la compétence nécessaire.

c) Le dirigeant technique et les agents-visiteurs doivent être attachés à l'organisme agréé au moyen d'un contrat de travail à durée indéterminée.

Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier

a) Les services de contrôle intégrés dans un service public ou dans une personne morale de droit public, qui ne sont pas constitués sous la forme d'une association sans but lucratif, doivent satisfaire aux conditions d'agrément aux *points a.,* 2e tiret et *b.* à *c.* de la *sous-section 6.3.3.1.*

b) Pour les services de contrôle intégrés dans un service public, la condition d'agrément du *point c* de la *sous-section 6.3.3.1.* n'est pas d'application.

Section 6.3.4. Procédure d'agrément

a) La demande d'agrément est adressée à l'Administration par envoi recommandé. Elle se rapporte à l'un ou plusieurs des domaines d'activité repris ci-après:
   - Installations domestiques à basse et à très basse tension visées dans le Livre 1;
   - Installations dans les zones avec risques d'explosion visées dans les Livres 1, 2 et 3;
   - Installations à basse et à très basse tension non précisées dans les domaines précités visées dans les Livres 1 et 3;
   - Installations à haute tension (à l'exclusion des lignes aériennes à haute tension) visées dans les Livres 2 et 3;
   - Lignes aériennes à haute tension (à l'exclusion du contrôle par thermographie visé dans le Livre 3*)* visées dans le Livre 3;
   - Contrôle par thermographie des lignes aériennes à haute tension, visé dans le Livre 3.

b) La demande est accompagnée des documents suivants:
   1. la copie du diplôme du dirigeant technique;
   2. le curriculum vitae du dirigeant technique;
   3. la copie des statuts de l'organisme;
   4. la copie du certificat d'accréditation et le domaine d'accréditation couvert;
   5. une déclaration attestant que la responsabilité civile de l'organisme sera couverte par un contrat d'assurance. Après l'octroi de l'agrément, et avant le début des activités de contrôle, la pièce justificative prouvant cette couverture est à présenter à l'administration;
   6. la liste des agents-visiteurs avec indication de leurs domaines d'activité repris au *point a.*

c) Pour évaluer si l'organisme dispose de la compétence nécessaire pour l'exécution des contrôles pour lesquels un agrément est demandé, l'administration peut faire effectuer des audits par ses experts.

d) La demande d'agrément est examinée par l'administration qui émet un avis dans les soixante jours:
   - en cas d'avis favorable, information en est donnée au demandeur et le dossier est transmis à la Commission;
   - en cas d'avis défavorable, notification motivée par lettre recommandée en est faite au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire auprès de l'administration par lettre recommandée une demande motivée de réexamen. Si dans ce délai un réexamen n'a pas été demandé, le dossier est considéré comme clôturé. Dans le cas contraire, le dossier est transmis à la Commission.

   La Commission émet son avis dans les soixante jours de la réception du dossier. Passé ce délai, la Commission est réputée s'être ralliée à l'avis de l'administration.

e) En cas d'avis favorable de la Commission, l'administration soumet la proposition d'agrément dans les trente jours, pour décision, au Ministre.

f) En cas d'avis défavorable de la Commission, notification motivée par lettre recommandée en est faite dans les trente jours au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire une demande de nouvel examen auprès du Ministre par lettre recommandée.
   L'administration émet son avis sur ledit recours et adresse le dossier dans les soixante jours pour décision au Ministre.

g) La durée de l'agrément est limitée à cinq ans. Il est renouvelable conformément à la *section 6.3.5.*

Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément

La demande de renouvellement de l'agrément est adressée à l'administration par envoi recommandé au moins six mois avant l'échéance de la durée de validité de l'agrément. Elle précise le domaine d'activité et est accompagnée de la liste des agents-visiteurs habilités.

La procédure reprise aux *points c., d., e., f. et g. de* la *section 6.3.4.* lui est applicable.

Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs

a) L'organisme agréé adresse à l'administration la déclaration d'habilitation de tout nouvel agent-visiteur ainsi que lors de l'extension du domaine d'activité d'un agent-visiteur en place.

b) Pour les nouveaux agents-visiteurs, la déclaration est accompagnée des documents suivants:
   - la copie de leur diplôme final;
   - leur curriculum vitae;
   - la copie du contrat d'engagement (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public).

c) L'administration peut demander que l'agent-visiteur apporte la preuve qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s) quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée. L'administration se réserve le droit de faire passer une évaluation écrite ou orale à l'agent-visiteur pour juger qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s)quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée.

d) En cas d'appréciation défavorable de l'agent-visiteur visé au *point c.* ci-avant, notification de suspension de la déclaration en est faite à l'organisme agréé dans les trente jours par l'administration. L'organisme agréé ne peut réintroduire une nouvelle déclaration d'habilitation de ce candidat qu'après un délai de nonante jours.

e) Si les fonctionnaires et les agents chargés de la surveillance constatent qu'un agent-visiteur n'effectue pas les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, l'administration peut intervenir auprès de l'organisme agréé afin de prendre des mesures correctives nécessaires.

Section 6.3.7. Critères de fonctionnement

a) Les organismes agréés sont tenus de faire parvenir à l'administration les informations suivantes:
1. toute modification aux statuts (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public);
2. tout remplacement du dirigeant technique, accompagné des documents visés aux *points b.1.* et *b.2.* de la *section 6.3.4.*;
3. toute modification ou retrait du certificat d'accréditation.

Ces éléments sont à fournir dans les sept jours de leur réalisation.

b) Les organismes agréés sont tenus de présenter annuellement à la Commission, au plus tard le 1er avril, la liste des agents-visiteurs avec indication de leur qualification suivant les domaines d'activité repris au *point a.* de la *section 6.3.4.* ainsi qu'un rapport détaillé relatif:
   - à leurs activités de contrôle, notamment au nombre total de contrôles effectués par domaine d'activité;
   - à leurs activités de formation et d'information;
   - à toute modification qui serait apportée tant à l'organisation interne de l'organisme qu'à leurs activités extérieures;
   - aux plaintes enregistrées dans le domaine technique;
   - au fonctionnement et à la composition des organes de direction et de gestion des organismes, de même que sur les décisions prises en leur sein dans le domaine du Bien-être au travail au cours de l'année écoulée, ainsi que sur les suites données aux avis et suggestions émis par la Commission dans l'exercice de sa mission.

c) Les organismes agréés sont tenus:
   - d'autoriser le libre accès aux fonctionnaires et agents des autorités chargés de la surveillance;
   - de mettre à la disposition de ces fonctionnaires et agents, tous les documents et données leur permettant de juger sur le fonctionnement de l'organisme;
   - sur demande, de confier à ces fonctionnaires et agents, ces documents ou une copie de ces documents.
   - pour le contrôle des installations domestiques à basse tension et à très basse tension qu'ils contrôlent et qui sont déclarées conformes aux prescriptions du présent Livre, de tenir une base de données reprenant les éléments suivants:
     1. l'adresse de l'installation faisant l'objet de la visite ainsi que le type de locaux qu'elle dessert : unité d'habitation (maison, appartement, autres...), unité de travail domestique, parties communes d'un ensemble résidentiel;
     2. les nom, prénom et adresse du propriétaire de l'installation électrique contrôlée;
     3. la date et la nature du contrôle effectué (conformité, périodique, renforcement de la puissance de raccordement, transfert de propriété);
     4. le code EAN permettant d'identifier de manière univoque chaque installation.

Ces données sont à conserver pendant une période d'au moins 30 ans.

d) Les autorités de surveillance peuvent consulter les contrats passés entre les organismes et leurs clients et les éventuels sous-traitants.

e) L'organisme agréé est tenu, pour les contrôles de conformité avant la mise en usage et les visites de contrôles, de respecter les instructions écrites données par le Service fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et par le Service fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions et ce chacun pour ce qui le concerne.

Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance

a) Une Commission d'Avis et de Surveillance est instituée auprès du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions, et a pour mission:
   - d'émettre un avis conformément aux dispositions du *point d.* de la *section 6.3.4.* et du *point d.* de la *section 6.3.9.*;
   - de formuler des avis et propositions sur le fonctionnement des organismes agréés;
   - de surveiller les activités des organismes agréés dans le cadre du présent chapitre.

b) La Commission comprend neuf membres et autant de membres suppléants, et est composée comme suit:
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des employeurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des travailleurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des autorités de surveillance, dont deux du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et un du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.

c) Les délégués des autorités de surveillance et leurs suppléants sont nommés par les Ministres concernés; ceux des organisations représentées au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail, par le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.

d) La présidence et le secrétariat de la Commission sont assurés par l'administration.

Section 6.3.9. Surveillance et sanctions

a) La surveillance des organismes agréés, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, est exercée par les fonctionnaires et agents de l'administration.
Les constatations, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, faites par les fonctionnaires et agents du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions, lors de la surveillance exercée dans le cadre du bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, sont transmises à l'administration.

b) Si l'administration constate que l'organisme agréé ne remplit plus une des conditions de *la sous-section 6.3.3.1.* ou ne respecte pas une des obligations de la *section 6.3.7.*, ou si, en cas de récidive, il est constaté que les agents-visiteurs n'effectuent pas les contrôles selon les prescriptions du présent Livre, elle fixe un délai qui ne peut pas dépasser trois mois dans lequel l'organisme doit se mettre en règle. Notification en est faite à la Commission.

c) Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point b.*, l'administration fixe un nouveau délai qui ne peut pas dépasser six mois durant lequel l'agrément de l'organisme est provisoirement suspendu et dans lequel l'organisme a encore la possibilité de se mettre en ordre. Notification en est faite à la Commission (suspension et mise en ordre).

d) Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point c.*, notification en est faite à la Commission pour émettre un avis au Ministre. Le Ministre peut retirer l'agrément de l'organisme sur proposition de la Commission. Notification en est faite à l'organisme après décision du Ministre.

e) L'agrément est retiré d'office lors de la cessation ou de la cession des activités de l'organisme agréé.

Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques

a) Les autorités fédérales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire, par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.

b) Les autorités régionales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire par leurs propres services de contrôle ou par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.

c) Le Ministère de la Défense peut faire contrôler les installations électriques dont il est propriétaire, gestionnaire ou locataire par son propre service de contrôle.

d) Les Chemins de fer Belges peuvent faire contrôler les installations électriques dont ils sont propriétaire ou gestionnaire par leur propre service de contrôle.

Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage

Section 6.4.1. Généralités

Toute installation à haute tension, même celle alimentée par une installation privée, fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de cette installation ou de toute modification importante ou d'une extension importante de l'installation électrique existante.

Les contrôles de conformité sont exécutés sur place, soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de les faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3*.

Le contrôle de conformité des installations électriques doit être réalisé hors tension et comprend:
- les contrôles administratifs;
- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Section 6.4.2. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.4.3. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.4.4. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.4.5. Contrôles par mesures

Sous-section 6.4.5.1. Généralités

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles complémentaires par mesures.

Sous-section 6.4.5.2. Contrôle des installations de mise à la terre

Le contrôle des installations de mise à la terre vise la vérification de:
- l'intégrité de l'installation de mise à la terre locale;
- la continuité des mises à la terre.

Le contrôle s'effectue par la mesure d'une ou des grandeurs suivantes:

- la résistance de terre R_E;
- l'impédance de boucle Z_{EB};
- l'impédance de terre Z_E.

Remarques
- L'impédance de boucle Z_{EB} d'une prise de terre constitue une estimation de la résistance de terre R_E dans la mesure où l'impédance de l'ensemble des autres prises de terre de l'installation ou du réseau, vue depuis le point de mesure, présente une valeur nettement plus faible.
- La mesure de l'impédance de boucle constitue aussi un test de continuité locale de l'interconnexion des terres.
- L'impédance de terre Z_E de l'installation est le paramètre principal assurant la protection active contre les chocs électriques. Elle peut être mesurée par la même méthode que celle utilisée pour déterminer la valeur initiale de R_E.
- Toutes les valeurs d'impédance sont exprimées en module.

Lors du contrôle de conformité la résistance de terre R_E est mesurée.

Section 6.4.6. Rapports

Sous-section 6.4.6.1. Généralités

Après le contrôle de conformité, un rapport est établi conformément à la *sous-section 6.4.6.4.* Ledit rapport de contrôle de conformité est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ledit contrôle de conformité.

Le rapport de contrôle de conformité doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de contrôle de conformité est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

L'organisme agréé ou l'autorité habilitée qui effectue le contrôle, inscrit également ses constatations dans un registre spécial qui est tenu à cet effet et présenté à toute réquisition du fonctionnaire chargé du contrôle ou de la surveillance.

Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les rapports d'une nouvelle installation électrique

Avant de procéder à la mise à disposition de la puissance d'une nouvelle installation électrique à haute tension au départ d'un réseau d'électricité à haute tension géré par un gestionnaire de réseau, le gestionnaire de réseau ou la personne qu'il a mandatée à cet effet, s'assure de la présence du rapport dans lequel la conformité aux prescriptions du présent Livre est confirmée.

Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion

Des dispositions spécifiques pour les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion sont définies au *chapitre 7.1.*

Sous-section 6.4.6.4. Contenu du rapport de contrôle de conformité

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Chapitre 6.5. Visites de contrôle

Section 6.5.1. Généralités

Toute installation à haute tension, même celle alimentée par une installation privée, fait l'objet d'une visite de contrôle sur place soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de la faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3*.

La visite de contrôle porte sur le maintien de la conformité aux prescriptions du présent Livre. L'installation électrique doit pouvoir être mise hors tension pendant la visite de contrôle.

La visite de contrôle comprend:
- les contrôles administratifs;
- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle

Après le contrôle de conformité, toute installation électrique fait l'objet de visites de contrôle annuelles.

Section 6.5.3. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.5.4. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.5.5. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.5.6. Contrôles par mesures

Sous-section 6.5.6.1 Généralités

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles complémentaires par mesures.

Sous-section 6.5.6.2 Contrôle des installations de mise à la terre

Le contrôle des installations de mise à la terre vise la vérification de:
- l'intégrité de l'installation de mise à la terre locale;
- la continuité des mises à la terre.

Le contrôle s'effectue par la mesure d'une ou des grandeurs suivantes:
- la résistance de terre R_E;
- l'impédance de boucle Z_{EB};
- l'impédance de terre Z_E;

Remarques
- L'impédance de boucle Z_{EB} d'une prise de terre constitue une estimation de la résistance de terre R_E dans la mesure où l'impédance de l'ensemble des autres prises de terre de l'installation ou du réseau, vue depuis le point de mesure, présente une valeur nettement plus faible.
- La mesure de l'impédance de boucle constitue aussi un test de continuité locale de l'interconnexion des terres.
- L'impédance de terre Z_E de l'installation est le paramètre principal assurant la protection active contre les chocs électriques. Elle peut être mesurée par la même méthode que celle utilisée pour déterminer la valeur initiale de R_E.
- Toutes les valeurs d'impédance sont exprimées en module.

Lors de la première visite de contrôle, l'impédance de terre Z_E est mesurée. Le résultat de la mesure est satisfaisant si Z_E reste inférieure à la valeur maximale autorisée de R_E.

Si la valeur de Z_E est inférieure à 1 Ω, et pour autant qu'il existe une liaison avec d'autres installations de mise à la terre, il y a lieu, lors des visites de contrôles ultérieures, de réaliser une mesure de l'impédance de boucle Z_{EB}. Cette mesure peut être effectuée avec ou sans déconnexion du conducteur de terre.

La valeur de Z_{EB} doit être supérieure à Z_E et inférieure à la plus grande des deux limites:
- valeur initiale de R_E + 1 Ω; ou
- valeur initiale de R_E + 50 %.

En cas de dépassement, il y a lieu de mesurer à nouveau R_E et de vérifier la continuité de mise à la terre par la mesure de Z_{EB}.

Si la valeur de Z_E est supérieure ou égale à 1 Ω, il y a lieu de mesurer R_E. Lors des visites de contrôles ultérieures, la procédure est répétée.

Section 6.5.7. Rapports

Sous-section 6.5.7.1. Généralités

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément à la *sous-section 6.5.7.2.* Ce rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

L'organisme agréé ou l'autorité habilitée qui effectue le contrôle, inscrit également ses constatations dans un registre spécial qui est tenu à cet effet et présenté à toute réquisition du fonctionnaire chargé du contrôle ou de la surveillance.

Sous-section 6.5.7.2. Contenu du rapport de visite de contrôle

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Partie 7. Règles pour les installations et emplacements spéciaux

CHAPITRE 7.1. PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'EXPLOSION EN ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE ... 109
Section 7.1.1. Domaine d'application ... 109
Section 7.1.2. Termes et définitions ... 109
Section 7.1.3. Mesures générales de prévention ... 109
Section 7.1.4. Classification des emplacements dangereux ... 109
Section 7.1.5. Détermination des zones ... 110
Section 7.1.6. Documents ... 110
Section 7.1.7. Choix et utilisation des machines et appareils électriques et leurs systèmes de protection ... 111
Section 7.1.8. Installation du matériel électrique ... 112
Sous-section 7.1.8.1. Généralités ... 112
Sous-section 7.1.8.2. Installation et entretien des machines et appareils électriques 112
Sous-section 7.1.8.3. Réparation des machines et appareils électriques ... 113
Sous-section 7.1.8.4. Installation des canalisations électriques ... 113
Sous-section 7.1.8.5. Appareils de protection contre les courants de défauts ... 114
Sous-section 7.1.8.6. Coupure électrique d'urgence ... 115
Section 7.1.9. Protection contre les augmentations de température et la formation d'étincelles ... 115
Sous-section 7.1.9.1. Généralités ... 115
Sous-section 7.1.9.2. Courants de fuite ou de défaut ... 115
Sous-section 7.1.9.3. Egalisation des potentiels ... 115
Sous-section 7.1.9.4. Contact galvanique ... 115
Sous-section 7.1.9.5. Décharges électrostatiques ... 115
Sous-section 7.1.9.6. Protection cathodique ... 115
Section 7.1.10. Exceptions par rapport au choix du matériel ... 116

Chapitre 7.1. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Section 7.1.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce chapitre *7.1.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations électriques dans les emplacements dangereux définis ci-après.

Ces dispositions ne s'appliquent pas à l'utilisation des appareils à gaz auxquels s'appliquent les dispositions de l'arrêté royal du 3 juillet 1992 concernant la mise sur le marché des appareils à gaz, dans ce sens que ces appareils à gaz ne sont pas considérés eux-mêmes comme sources d'émission susceptibles de donner lieu à une atmosphère explosible.

Section 7.1.2. Termes et définitions

Conditions atmosphériques: conditions d'ambiance où la pression peut varier entre 80 kPa (0,8 bar) et 110 kPa (1,1 bar) et la température entre -20 °C et +40 °C (gaz) et +60 °C (poussières) et où la teneur en oxygène s'élève à 21 ± 1 pour cent en volume.

Atmosphère explosive: un mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs, brouillards ou particules de poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé.

Emplacement dangereux: emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente ou dans lequel on peut s'attendre à ce qu'elle soit présente, en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matière de construction, d'installation et d'utilisation du matériel électrique, pour assurer la protection des personnes et des biens contre les dangers inhérents aux atmosphères explosives.

Emplacement non dangereux: emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive soit présente en quantité suffisante pour nécessiter des précautions particulières en matières de construction, d'installation et d'utilisation du matériel électrique.

Source de dégagement: point ou endroit où le dégagement d'une substance inflammable peut se produire. Les couches, dépôts et tas de poussières combustibles sont également considérés comme sources de dégagement.

Section 7.1.3. Mesures générales de prévention

Dans les emplacements dangereux ou dans leur voisinage, des mesures sont prises pour:
- réduire au strict minimum les emplacements dangereux et leur étendue;
- limiter le plus possible l'emploi du matériel électrique dans ces emplacements;
- éviter que le matériel électrique ne puisse donner lieu à l'inflammation d'une atmosphère explosive;
- limiter les défaillances et incidents pouvant donner lieu à une atmosphère explosive.

Les défaillances et les incidents pouvant donner lieu à une atmosphère explosive sont classés comme faisant ou ne faisant pas partie du fonctionnement normal sur base des éléments de l'analyse et de l'évaluation des risques, notamment sur leur fréquence et la durée pendant laquelle chacune de ces atmosphères explosives peut persister.

Section 7.1.4. Classification des emplacements dangereux

Les emplacements dangereux sont classés en zones sur base de la fréquence et de la durée de la présence d'une atmosphère explosive de la façon suivante:

Zone 0: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 1: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

Zone 2: emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

Zone 20: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.

Zone 21: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.

Zone 22: emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou, si elle se présente néanmoins, n'est que de courte durée.

Section 7.1.5. Détermination des zones

Préalablement à la détermination des zones et de leur étendue, l'exploitant s'assure de la disponibilité des données nécessaires à leur détermination, conformément aux *points a.* à *k.* ci-dessous.

Lors de la subdivision des emplacements dangereux, on tiendra au moins compte:

a) du type de l'installation, de la nature de l'activité et des procédés mis en œuvre;
b) des conditions de travail et des équipements utilisés;
c) des caractéristiques des substances inflammables gazeuses dont notamment la concentration, la densité relative, la température minimale d'inflammation, l'énergie minimale d'inflammation, la tension de vapeur, les limites d'explosibilité...;
d) des caractéristiques des substances inflammables poussiéreuses dont notamment la granulométrie et leur concentration dans l'air, le degré d'humidité, la température d'auto-combustion, la température minimale d'auto inflammation, de l'énergie minimale d'inflammation, des limites d'explosibilité...;
e) de la localisation et des caractéristiques (débit, fréquence et durée de l'émission...) des sources de dégagement et de la quantité de substances combustibles émises;
f) de la présence d'obstacles (parois, toits...) qui peut influencer la dilution et la dispersion des substances combustibles et de la présence d'espace (cavité, conduit...) dans lesquels des substances combustibles peuvent s'accumuler ou se déplacer facilement;
g) des ouvertures dans les obstacles mentionnées au *point f.*;
h) de l'efficacité des garnitures d'étanchéité;
i) de la différence de pression entre:
   - les emplacements dangereux;
   - les emplacements dangereux et les emplacements non dangereux;
j) des couches, dépôts de poussières combustibles et de leur effet cumulatif;
k) des caractéristiques de ventilation naturelles et/ou artificielles ainsi que des courants d'air pouvant entraîner la formation de nuages de poussières.
   Lorsque la ventilation artificielle influence la détermination des types de zone et/ou leur étendue, il y a lieu de tenir compte de la fiabilité de celle-ci.
   La détermination des zones et leur délimitation est basée sur:
   - soit des calculs;
   - soit des mesures;
   - soit par l'expérience;
   - soit une combinaison des critères repris ci-dessus.

Lorsqu'une unité technique d'exploitation a fait l'objet d'un classement des zones dangereuses, aucune modification ne peut être apportée à l'équipement ou aux procédures d'exploitation sans en avoir préalablement consulté les responsables du classement desdites zones.

Section 7.1.6. Documents

Les données mentionnées à la *section 7.1.5.* seront précisées dans un rapport circonstancié et les dimensions géographiques des zones figurent sur un ou plusieurs plans de zonage.

Ce rapport de zonage reprendra les données sur lesquelles la détermination des zones et leur étendue est basée, les conclusions et la justification de celles-ci.

Le rapport de zonage et le plan de zonage seront identifiables l'un par rapport à l'autre.

Ces documents doivent être approuvés et paraphés par l'exploitant ou son délégué et par le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3*.

Tout changement de l'un des paramètres ayant déterminé la classification en zones doit donner lieu à une mise à jour du plan et du rapport de zonage approuvé et paraphé par l'exploitant ou son délégué et par le représentant de l'organisme agréé.

Section 7.1.7. Choix et utilisation des machines et appareils électriques et leurs systèmes de protection

Dans les emplacements dangereux, les machines et appareils électriques et les systèmes de protection sont conformes aux dispositions, suivant la date de mise sur le marché, soit de l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 concernant la mise sur le marché des appareils et des systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.

Les catégories suivantes d'appareils seront notamment utilisées dans les zones indiquées, à condition qu'elles soient adaptées aux gaz, vapeurs ou brouillards et/ou poussières concernées, selon le cas:
- dans la zone 0 et la zone 20, appareils de la catégorie 1;
- dans la zone 1 et la zone 21, appareils de la catégorie 1 ou 2;
- dans la zone 2 et la zone 22, appareils de la catégorie 1, 2 ou 3.

Par dérogation aux alinéas 1 et 2, les machines et appareils électriques et les systèmes de protection déjà mis pour la première fois sur le marché dans l'Union européenne avant le 30 juin 2003, peuvent ne pas être conformes aux dispositions de l'arrêté royal du 22 juin 1999 s'ils répondent à chacune des trois conditions suivantes:
- les machines et appareils électriques et les systèmes de protection installés répondent aux prescriptions de l'arrêté royal du 12 août 1981 déterminant les garanties de sécurité que doivent présenter le matériel électrique, utilisable en atmosphère explosible;
- l'évaluation des risques prouve qu'ils peuvent être utilisés en toute sécurité;
- l'évaluation des risques est approuvée par un organisme agréé qui est également accrédité pour les contrôles des installations électriques dans des zones à risques d'explosion.

Le matériel électrique doit présenter des caractéristiques appropriées aux influences externes présentes.

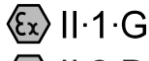
Le matériel électrique est choisi de telle sorte que sa température maximale de surface de ses parties ne puisse donner lieu à l'inflammation des poussières sous forme de couche pouvant éventuellement être présente.

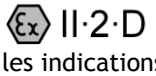
Il y a lieu d'accorder une attention particulière aux réactions éventuelles du matériel électrique par rapport aux produits chimiques présents.

Le matériel électrique est choisi en tenant compte des indications sur la plaque signalétique et de la notice d'instruction prévue soit à l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit à l'arrêté royal du 21 avril 2016, par exemple les lettres G (gaz) et D (poussière), le groupe de gaz IIA-IIB-IIC, les classes de température T1 à T6.

Chaque machine et appareil électrique et système de protection doivent porter, de manière lisible et indélébile, les indications minimales suivantes:
- le nom du fabricant;
- le marquage CE, suivi de l'identification du fabricant et éventuellement de l'organisme notifié;
- le marquage spécifique de protection contre les explosions

  suivi par le symbole du groupe d'appareils et de la catégorie, suivi pour les appareils du groupe II par la lettre « G » pour les atmosphères explosives dues à la présence de gaz, de vapeurs ou de brouillards et/ou la lettre « D » concernant les atmosphères explosives dues à la présence de poussière; exemples:

- les indications indispensables à la sécurité d'emploi ; exemples:
  - EEx de IIB, T4
  - ExtD 22 T 135°C
  - «NE PAS OUVRIR SOUS TENSION»

Lorsque différents produits inflammables sont utilisés dans un même lieu ou même partie d'un lieu, il est tenu compte du degré le plus sévère pour chaque paramètre.

Lorsque qu'une atmosphère explosive est due à la présence de poussière conductible (résistance spécifique $\leq 10^3$ Ωm) les appareils électriques doivent être au moins de la catégorie 2D.

L'exploitant doit pouvoir fournir aux fonctionnaires chargés de la surveillance ainsi qu'à l'organisme agréé chargé de la visite de conformité avant mise en usage, les documents nécessaires permettant de vérifier que le matériel électrique est adapté aux conditions d'utilisation et peut être utilisé sans danger.

Il s'agit en autre:
- pour le matériel électrique dont le numéro du certificat est suivi par le suffixe X, des documents reprenant les conditions d'utilisation et/ou d'installation spécifique;
- de la notice d'instruction dont mention ci-dessus.

Section 7.1.8. Installation du matériel électrique

Sous-section 7.1.8.1. Généralités

L'installation, l'entretien des machines et appareils électriques, construits selon une des catégories citées dans la *section 7.1.7.*, sont confiés à un personnel averti (BA4) ou qualifié (BA5), qui connaît les exigences spécifiques pour l'installation et l'entretien de ce type de matériel.

Le matériel électrique doit être installé de telle sorte que ne soit pas gênée la dissipation de la chaleur produite, en fonctionnement normal, par ce matériel électrique.

Le matériel électrique doit être installé selon la notice d'instruction dont mention à la *section 7.1.7.*

Il y a lieu d'accorder une attention particulière à la puissance thermique dissipée par le matériel tel que les transformateurs, les résistances, les bornes de connexion...

Lorsqu'une aération naturelle est insuffisante pour éviter une concentration dangereuse de la chaleur, un dispositif de refroidissement approprié est prévu. Si des températures admissibles pour le matériel électrique sont dépassées, ce matériel est mis hors tension.

Les moteurs alimentés à fréquence et tension variables doivent répondre à l'une ou l'autre des exigences suivantes:

a) soit le moteur est pourvu:
   - d'un dispositif de protection qui provoque la déconnexion du moteur avant que la température de surface admissible soit dépassée moyennant des capteurs de température incorporés au moteur et spécifiés dans la documentation de celui-ci;
   - ou d'autres moyens efficaces pour limiter sa température de surface à une valeur qui ne dépasse pas la température de surface acceptable.

   Dans ces cas, il n'est pas nécessaire d'éprouver l'ensemble du moteur et du convertisseur;
b) soit l'ensemble formé par le moteur, le convertisseur et le dispositif de protection fait l'objet d'une déclaration de conformité.

Sous-section 7.1.8.2. Installation et entretien des machines et appareils électriques

a. Généralités

Les machines et appareils électriques sont disposés ou protégés de telle façon que le dépôt de poussières soit limité autant que possible et que le nettoyage puisse être effectué facilement.

L'installation et l'entretien sont effectués conformément aux règles de l'art en respectant les dispositions prévues par la notice du fabricant. Une attention particulière sera accordée aux points ci-dessous.

b. Mode de protection «d»

Les jonctions résistantes à la pression (brides) entre les enveloppes antidéflagrantes (EExd) et leurs parties amovibles (couvercles) doivent être protégées de la corrosion.

L'emploi de joints est seulement permis si la documentation dudit matériel le prévoit.

Le remplacement de pièces de rechange (par ex. boulons, roulements à billes...) ne pourra se faire que par des pièces présentant les mêmes caractéristiques.

c. Mode de protection «e»

Pour les machines à rotor à cage y compris les machines synchrones qui ne sont pas commandées par un variateur de fréquence ou un démarreur, le choix et le réglage du dispositif de protection doivent être réalisés en fonction du temps maximal d'échauffement «t_E» et du rapport du courant de démarrage I_A/I_N indiqué sur la plaque d'identification.

Si le temps t_E ne peut pas être respecté, il y a lieu d'appliquer des moyens de protection alternatifs adéquats.

d. Mode de protection «p»

Les conduites d'alimentation et d'évacuation des gaz de protection des machines et appareils électriques réalisés selon le mode de protection par surpression interne (EExp) sont conçus pour une surpression de:
- soit 1,5 fois la surpression maximale indiquée par le fabricant du matériel en fonctionnement normal;
- soit la surpression maximale que la source de surpression peut atteindre lorsque toutes les sorties sont fermées et ceci avec un minimum de 200 Pa (2 mbar).

Les matériaux utilisés pour les conduites résistent à l'effet tant du gaz de protection utilisé que des gaz ou vapeurs présents dans les emplacements dangereux considérés.

Les endroits où le gaz de protection est aspiré dans les conduites d'alimentation doivent se trouver en dehors des zones dangereuses.

Les conduites d'aspiration dont la pression du gaz de protection est inférieure à la pression atmosphérique doivent être hermétiques.

Les conduites d'évacuation qui finissent en zone 1 doivent être munies d'un pare-étincelles.

Cela vaut également pour les conduites d'évacuation en zone 2, lorsque des étincelles peuvent se dégager auprès du matériel à protéger, en fonctionnement normal.

Les systèmes de surpression (EExp) assemblés sur place doivent offrir des garanties de sécurité équivalentes aux prescriptions particulières des normes concernées homologuées par le Roi ou répondre à des dispositions offrant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans celles-ci.

e. Mode de protection «o»

Des mesures sont prises (mise en place, netteté) pour que le niveau d'huile de l'indicateur de niveau puisse être lu d'une manière correcte et en toute sécurité.

Sous-section 7.1.8.3. Réparation des machines et appareils électriques

Toute réparation des machines et appareils électriques est effectuée par:
- soit le fabricant;
- soit un atelier spécialisé sous la surveillance du fabricant ou de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3*.

Lorsque la réparation n'entraîne pas une modification des caractéristiques de protection de la machine ou de l'appareil électrique réparé, le réparateur doit fournir un document attestant cette non-modification.

Lorsque la réparation entraîne une modification des caractéristiques de protection, la machine ou l'appareil électrique réparé doit être soumis à un nouvel examen de conformité suivant la procédure définie à l'annexe 9 soit de l'arrêté royal du 22 juin 1999 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 – vérification à l'unité.

Sous-section 7.1.8.4. Installation des canalisations électriques

a. Généralités

Dans la mesure du possible, les canalisations électriques qui ne sont pas associées aux équipements des emplacements dangereux doivent être enlevées de ces emplacements.

Pour les installations fixes, il convient d'installer les canalisations électriques et les accessoires de façon qu'ils ne soient pas exposés aux influences mécaniques, (chocs, vibrations...) thermiques ou chimiques (corrosion...).

Dans les zones explosives poussiéreuses, les systèmes de pose des canalisations électriques (goulotte, caniveau...) sont disposés ou protégés de telle façon que le dépôt de poussières soit limité autant que possible et que le nettoyage puisse être effectué facilement.

Des mesures constructives et/ou organisationnelles sont prises pour empêcher l'accumulation de gaz et/ou poussières et l'extension des zones à risque d'explosion via les conduites de passage (tubes d'installation, cheminées, caniveaux de câble ou tranchées de câble) et pour éviter que les gaz et/ou poussières à risque d'explosion ne puissent s'y entasser ou ne puisse passer.

Des moyens d'obturation sont prévus aux endroits où ces conduites de passage entrent ou sortent d'un emplacement dangereux.

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE), les conducteurs isolés ne peuvent pas être utilisés comme conducteurs actifs, sauf s'ils sont intégrés dans des ensembles de manoeuvre et de répartition, des enveloppes ou des systèmes composés de tubes d'installation en tenant compte des prescriptions de la *section 5.2.9.*

Si la poussière peut se déposer en couches sur les canalisations électriques et perturber le dégagement de chaleur des canalisations électriques, l'intensité de courant maximum admissible préconisée pour des conditions d'exploitation normale I_z doit être ramenée à $0{,}8 \cdot I_z$.

Les techniques de raccordement appliquées ainsi que les accessoires de raccordement des canalisations électriques (câbles et tubes d'installation) sur les machines et appareils électriques sont choisis de telle sorte que le mode de protection et le degré de protection concernés de l'enveloppe soient maintenus.

Les conducteurs isolés et les câbles doivent répondre aux exigences de la *sous-section 5.2.7.3.*, à l'exception des conducteurs isolés et des câbles visés à la *sous-section 5.2.7.1.*

Des ouvertures non-utilisées pour l'entrée des canalisations électriques doivent être obturées par des moyens adaptés au mode de protection et au degré de protection concernés.

Il faut que les moyens d'obturation ne puissent être enlevés qu'à l'aide d'outils.

Les entrées utilisées dans les enveloppes à mode de protection antidéflagrant (EExd) et sécurité augmentée (EExe) doivent être certifiées.

Afin de limiter la température maximale de surface des câbles de résistance chauffante, ceux-ci et leurs appareils de limitation de température doivent être installés selon les indications reprises dans la documentation y afférente.

b. Mode de protection «d»

Après installation des conducteurs ou câbles dans les tubes d'installation, les obturations doivent être remplies d'une masse d'étanchéité qui ne se rétrécit pas et qui ne devient pas perméable au gaz lors du durcissement.
Ces obturations doivent être prévues à une distance n'excédant pas 450 mm de toute enveloppe antidéflagrante.

Lorsque l'enveloppe est spécifiquement conçue pour être connectée à une canalisation électrique sous conduit mais que des câbles sont exigés pour réaliser la connexion, un adaptateur antidéflagrant peut être raccordé à l'entrée du conduit de l'enveloppe avec une longueur de conduit ne dépassant pas 150 mm.

c. Mode de protection «e»

Les bornes de raccordement utilisées dans les enveloppes à mode de protection sécurité augmentée (EExe) doivent être certifiées.

Les conducteurs non utilisés doivent être raccordés aux bornes libres.

Le raccordement de plus d'un conducteur sur une borne de raccordement n'est permis que lorsque la documentation annexée au matériel le prévoit. Une attention particulière doit être accordée au raccordement de conducteurs dont la section est différente.

Sous-section 7.1.8.5. Appareils de protection contre les courants de défauts

L'utilisation du dispositif à refermeture automatique des appareils de protection contre les surintensités, suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas:
- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique de l'appareil de protection contre les surintensités tient compte de la température de sécurité de la machine ou appareil électrique.

Lorsqu'une déconnexion automatique du matériel électrique pourrait contenir un risque de sécurité plus élevé que le risque d'inflammation, il y a lieu de prévoir un appareil de contrôle d'isolation raccordé à un dispositif de signalisation efficace.

Des mesures organisationnelles sont prises pour remédier immédiatement à toute situation dangereuse signalée.

Des mesures sont prises pour éviter le fonctionnement de moteurs triphasés en cas de perte d'une phase.

Sous-section 7.1.8.6. Coupure électrique d'urgence

En dehors des zones à risque d'explosion, des moyens de coupure électrique d'urgence, tels que prévus au *point c.* de la *sous-section 5.3.3.1.*, sont disposés à des endroits judicieusement choisis et permettent en cas d'urgence d'interrompre l'alimentation à la zone.
Le matériel électrique dont le fonctionnement doit être garanti pour éviter un danger supplémentaire, ne peut pas être raccordé aux interrupteurs d'urgence.

Section 7.1.9. Protection contre les augmentations de température et la formation d'étincelles

Sous-section 7.1.9.1. Généralités

Des mesures constructives sont prises pour éviter que, dans des zones présentant un danger d'explosion, des installations électriques donnent lieu à la formation d'étincelles ou d'augmentations de températures dangereuses dues:
- à des courants de fuite ou de défaut;
- à des courants vagabonds;
- au contact galvanique avec des parties actives;
- à des décharges électrostatiques;
- à des décharges causées par des installations de protection cathodique.

L'introduction ou l'extraction des fiches dans les milieux explosifs poussiéreux doit se faire hors tension.

Sous-section 7.1.9.2. Courants de fuite ou de défaut

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures à prendre pour la protection contre les courants de fuite ou de défaut dans les zones présentant un danger d'explosion.

Sous-section 7.1.9.3. Egalisation des potentiels

Les masses et les parties conductrices étrangères disposées dans des emplacements dangereux doivent être raccordées à une liaison équipotentielle.

La liaison équipotentielle répond aux exigences du *chapitre 5.4.* en ce qui concerne la réalisation.

Sous-section 7.1.9.4. Contact galvanique

Des mesures sont prises pour éviter tout contact non désiré avec des parties actives.

Des travaux d'installation, de réglage, d'entretien et de réparation aux parties actives sous tension ou dans leur voisinage ne peuvent pas être exécutés.

Sous-section 7.1.9.5. Décharges électrostatiques

En ce qui concerne les décharges électrostatiques, des mesures sont prises pour éviter l'accumulation de charges statiques.

Dans cette optique:
- la résistance de surface des enveloppes de machine ou d'appareil et des canalisations électriques en matière synthétique est choisie de telle façon qu'il ne faut craindre aucune charge électrostatique dangereuse ($R \leq 10^9\ \Omega$);
- la valeur de la résistance entre les enveloppes métalliques de machine ou d'appareil électrique et les éléments conducteurs étrangers présents à proximité est plus petite ou égale à $10^6\ \Omega$.

Sous-section 7.1.9.6. Protection cathodique

Les parties métalliques avec protection cathodique situées dans des zones à risque d'explosion sont assimilées à des parties conductrices étrangères à l'installation, qui doivent être considérées comme potentiellement dangereuses.

Aucune protection cathodique ne doit être prévue pour les parties métalliques utilisées en zone 0, sauf si elle est spécialement conçue pour cette application.

Il convient de localiser à l'extérieur de l'emplacement dangereux les parties isolantes nécessaires pour la protection cathodique. Si cela n'est pas possible, des mesures constructives sont prises pour éviter la production d'étincelles dues à un pontage accidentel.

Les endroits de passage entre les conduits avec protection cathodique et ceux sans protection cathodique qui font partie d'une installation de chargement de liquides ou de gaz inflammables, se trouvent dans la partie fixe de l'installation de chargement.

Section 7.1.10. Exceptions par rapport au choix du matériel

Lors de circonstances spéciales et temporaires, telles que l'entretien, la réparation, la modification des installations, le matériel électrique ne répondant pas aux prescriptions mentionnées plus haut peut être utilisé, à condition que l'exploitant ou son délégué identifie et évalue les risques spécifiques qui découlent de ces circonstances et de l'usage de ce matériel.

Les mesures de précaution à prendre sont fixées en se basant sur cette évaluation des risques, de façon à pouvoir exécuter les travaux en sécurité.

Ces mesures doivent garantir qu'aucune atmosphère explosive ne pourra être présente lors de l'utilisation de ce matériel électrique.

A cet effet, des mesures de contrôle adéquates seront effectuées, telles que l'absence d'une atmosphère explosive puisse être constatée d'une façon fiable à tous les emplacements où ce matériel électrique sera utilisé.

Les mesures de contrôle seront effectuées à l'aide d'appareils de mesure calibrés, choisis en fonction de la zone initiale et des caractéristiques de l'atmosphère explosive.

Les mesures de contrôle seront effectuées avant d'entamer les travaux et, si l'évaluation des risques en démontre la nécessité, pendant les travaux.

L'identification et l'évaluation des risques, la détermination des mesures de sécurité à prendre et la réalisation des mesures de contrôle mentionnées ci-dessus sont effectuées sous la responsabilité du gestionnaire des installations par une personne compétente.

Partie 8. Prescriptions particulières relatives aux installations électriques existantes

CHAPITRE 8.1. INTRODUCTION 119
Section 8.1.1. Définitions 119
Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE 119
Section 8.1.3. Dispositions particulières 119
CHAPITRE 8.2. DISPOSITIONS DÉROGATOIRES POUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EXISTANTES 119
Section 8.2.1. Anciennes installations électriques 119
Sous-section 8.2.1.1. Installation électrique dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 119
Sous-section 8.2.1.2. Installation électrique dans des lieux où sont occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996 120
Section 8.2.2. Installations électriques ancien RGIE 120
Sous-section 8.2.2.1. Généralités 120
Sous-section 8.2.2.2. Dispositions dérogatoires 121
CHAPITRE 8.3. VISITES DE CONTRÔLE D'UNE ANCIENNE INSTALLATION ÉLECTRIQUE EXISTANTE DANS DES LIEUX OÙ NE SONT PAS OCCUPÉES DES PERSONNES VISÉES PAR L'ARTICLE 2 DE LA LOI SUR LE BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL DU 4/08/1996 121

Chapitre 8.1. Introduction

Section 8.1.1. Définitions

Pour l'application de la *partie 8*, on entend par:

Ancien RGIE: Règlement Général sur les Installations Electriques approuvé par les arrêtés royaux du 10/03/1981 et du 2/09/1981 et ses modifications.

Installation électrique existante: toute installation électrique ou partie d'une installation électrique dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx et qui n'a pas fait l'objet d'un contrôle de conformité conformément au *chapitre 6.4.* du présent Livre.

Sont considérées comme installations électriques existantes:

- toute ancienne installation électrique ou partie d'une ancienne installation électrique dont la réalisation sur place a été entamée:
  a) le 1/10/1981 au plus tard pour les installations électriques des établissements n'ayant pas de service électrique composé de personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);
  b) le 1/01/1983 au plus tard pour les autres installations.
  (appelée dans ce livre « ancienne installation électrique »);
- toute installation électrique ou partie d'une installation électrique qui a fait l'objet d'un examen de conformité conformément à l'ancien RGIE (appelée dans ce livre « installation électrique ancien RGIE »).

Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE

Si une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, comporte des infractions à l'ancien RGIE, le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique doit résoudre ces infractions. Les prescriptions de la *sous-section 9.1.3.2.* sont d'application.

La première visite de contrôle conformément à la *section 6.5.2.* pour une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, est effectuée dans le délai prescrit par le dernier rapport établi selon les prescriptions de l'ancien RGIE.

Section 8.1.3. Dispositions particulières

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières relatives aux anciennes installations électriques et aux installations électriques ancien RGIE.

Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques existantes

Section 8.2.1. Anciennes installations électriques

Sous-section 8.2.1.1. Installation électrique dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des anciennes installations électriques dans ces lieux:

1. L'installation électrique est réalisée de façon à protéger les personnes contre les risques dus au contact direct et au contact indirect, contre les effets des surtensions dus notamment aux défauts d'isolation, aux manoeuvres et aux influences atmosphériques, contre les brûlures et contre les risques non électriques dus à l'utilisation d'électricité.
   S'il ne semble pas possible d'éliminer les risques précités par des mesures au niveau de la conception ou par des mesures de protection collective ou de limiter les risques de lésion grave en prenant des mesures matérielles, l'accès à ces installations doit exclusivement être réservé aux personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);

2. L'installation électrique est réalisée de façon à:
   1° éviter les arcs et les températures de surface dangereux ou limiter les risques qui y sont liés;
   2° éviter la surchauffe, l'incendie et l'explosion ou limiter les risques qui y sont liés.
3.1. Chaque circuit est protégé par au moins un dispositif de protection, qui coupe un courant de surcharge avant qu'un échauffement susceptible de nuire à l'isolation, aux connexions, aux conducteurs ou à l'environnement puisse se produire.
   Chaque circuit est protégé par un dispositif de protection qui coupe un courant de court-circuit avant que des effets dangereux ne se produisent;
3.2. Par dérogation aux dispositions du *point 3.1.*, il est permis de ne pas protéger certains circuits contre les surintensités, pourvu que les conditions et les modalités prévues aux *sous-sections 4.4.3.2 et 5.2.4.1.* du présent Livre soient respectées;
4.1. En vue de l'exécution de travaux hors tension, le sectionnement de l'installation électrique ou des circuits électriques individuels doit pouvoir être effectué d'une manière sûre et fiable;
4.2. La commande fonctionnelle des machines se fait de façon sûre;
4.3. Les effets de chutes de tension ou la disparition de la tension et la réapparition de celle-ci ne compromettent pas la sécurité des personnes;
5. L'installation électrique est réalisée avec du matériel électrique construit de façon à ne pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination;
6. Le matériel électrique utilisé est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles;
7. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel;
8. Dans les cas visés au *chapitre 9.4.* du présent Livre, le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique signale l'installation électrique.

Sous-section 8.2.1.2. Installation électrique dans des lieux où sont occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail est d'application pour les parties existantes des anciennes installations électriques dans ces lieux.

Section 8.2.2. Installations électriques ancien RGIE

Sous-section 8.2.2.1. Généralités

Les infractions au présent Livre dans une installation électrique conforme à l'ancien RGIE sont considérées comme résolues si:
- soit elles sont adaptées pour répondre aux dispositions du présent Livre;
- soit elles font l'objet d'une dérogation visée à la *sous-section 8.2.2.2.;*
- soit des mesures sont prises sur base d'une analyse des risques pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques est tenue à la disposition de l'organisme agréé chargé de la visite de contrôle et du fonctionnaire chargé de la surveillance. La référence du document est mentionnée dans le rapport de la visite de contrôle. Ce document fait partie du dossier de l'installation électrique. Il reprend:
- l'identification des parties existantes concernées de l'installation électrique;
- les conclusions de l'analyse des risques;
- la justification des mesures appliquées pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques visée par le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail peut satisfaire à l'exigence de l'analyse des risques visée au 1er alinéa.

Sous-section 8.2.2.2. Dispositions dérogatoires

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des installations électriques ancien RGIE:

1. Conformité du matériel électrique dans l'installation électrique

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, de laisser en service du matériel électrique dans une installation électrique tel que des canalisations électriques, des dispositifs de protection, … qui a été installé alors conformément aux prescriptions de l'ancien RGIE et construit conformément aux règles de l'art au moment de son installation. Le matériel électrique ne doit pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination. Il est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel.

2. Plan schématique et plaque indicatrice

Il est autorisé, par dérogation aux sections *3.1.2., 3.1.3. et 5.1.6.* de satisfaire aux prescriptions suivantes pour les parties existantes des installations électriques ancien RGIE:

a. Plan schématique ou description

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique et d'une description indiquant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la puissance de court-circuit maximale prévisible dans l'état normal des réseaux de distribution à l'endroit de l'installation;
- la nature et la constitution des circuits;
- les caractéristiques et les réglages des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits;
- la situation des prises de terre.

Ce plan schématique et cette description sont tenus, sur place, à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

b. Repérage de circuits

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection sont repérés de manière claire et visible par des indications en matériaux durables qui permettent l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou transformations de l'installation.

Pour permettre l'identification de câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications répétées de distance en distance.

Chapitre 8.3. Visites de contrôle d'une ancienne installation électrique existante dans des lieux où ne sont pas occupées des personnes visées par l'article 2 de la loi sur le bien-être au travail du 4/08/1996

Lorsqu'une visite de contrôle d'une ancienne installation électrique dans ces lieux est nécessaire, elle sera réalisée par un organisme agréé et elle vérifiera la conformité de l'installation électrique au moins:
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent à l'exception de la *partie 8* pour la partie dont l'exécution a été entamée après le xx xx xxxx;
- aux prescriptions du présent Livre qui les concernent, y compris la *partie 8*, pour la partie dont l'exécution a été entamée avant le xx xx xxxx.

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément aux dispositions fixées par le Ministre ayant respectivement l'Energie dans ses attributions. Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes mesures adéquates prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Les prescriptions des *sections 6.5.1.* et *6.5.2.* sont applicables pour toute visite ultérieure de contrôle.

Partie 9. Prescriptions générales à observer par les personnes

CHAPITRE 9.1. DEVOIRS DU PROPRIÉTAIRE, GESTIONNAIRE OU EXPLOITANT 125
Section 9.1.1. Généralités 125
Section 9.1.2. Visite de routine des installations électriques 126
Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle 126
Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité 126
Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle 126
Section 9.1.4. Localisation des canalisations électriques souterraines 126
Section 9.1.5. Document des influences externes 126
Section 9.1.6. Plans de zonage 127
CHAPITRE 9.2. ATTRIBUTION DE LA CODIFICATION BA4/BA5 127
CHAPITRE 9.3. TRAVAUX AUX INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES 128
Section 9.3.1. Domaine d'application 128
Section 9.3.2. Prescriptions générales 128
Sous-section 9.3.2.1. Principe de base 128
Sous-section 9.3.2.2. Personnel 128
Sous-section 9.3.2.3. Organisation 128
Section 9.3.3. Travaux d'exploitation 129
Sous-section 9.3.3.1. Généralités 129
Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension 129
Section 9.3.4. Procédures de travail 130
Sous-section 9.3.4.1. Préparation 130
Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension 130
Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension 132
Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension 133
Section 9.3.5. Travaux d'entretien 135
Sous-section 9.3.5.1. Généralités 135
Sous-section 9.3.5.2. Personnel 135
Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation 135
Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement 135
Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire 136
Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation 136
Section 9.3.6. Précautions particulières 136
Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains 136
CHAPITRE 9.4. PANNEAUX DE SIGNALISATION 136
Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques 136
Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction 137
Section 9.4.3. Panneaux d'information 137
Section 9.4.4. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation 137
CHAPITRE 9.5. INTERDICTIONS 137

Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire, gestionnaire ou exploitant

Section 9.1.1. Généralités

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant d'une installation électrique est tenu:

1. préalablement aux contrôles de conformité visés au *chapitre 6.4.*ou aux visites de contrôles visées au *chapitre 6.5.,* de mettre à la disposition de l'organisme agréé, les schémas, plans et documents visés à la *section 3.1.2.* et tout autre document nécessaire au contrôle de conformité ou à la visite de contrôle;
2. d'en assurer l'entretien et de documenter les interventions réalisées lors de chaque entretien et test, comme par exemple le test mécanique des rupto-fusibles;
3. de prendre toutes les mesures nécessaires pour que les dispositions du présent Livre soient en tout temps observées;
4. en cas d'exécution de travaux aux installations électriques, de mettre à la disposition de son personnel qui les effectuent:
   a. le matériel nécessaire tel que défini au *chapitre 9.3.*;
   b. les schémas, plans et documents actualisés de l'installation électrique tels que définis à la *section 3.1.2.*
5. de constituer et de tenir à la disposition de toute personne concernée qui peut les consulter:
   a. le ou les dossier(s) de l'installation électrique qui comporte(nt):
      1. les schémas, plans et documents de l'installation électrique tels que définis à la *section 3.1.2.*;
      2. les éventuelles notes de calcul;
      3. les éventuelles analyses des risques ;
      4. un document reprenant les caractéristiques techniques du branchement au réseau de distribution;
      5. le rapport de contrôle de conformité et le dernier et l'avant-dernier rapport de visite de contrôle de l'installation électrique;
      6. un document reprenant les modifications intervenues dans l'installation depuis la dernière visite par un organisme agréé.

      Ce(s) dossier(s) doi(ven)t être tenu(s) sur place.
   b. les instructions écrites nécessaires pour assurer tant la sécurité des personnes que le sauvetage en cas d'accident.
   c. le registre particulier des visites de routine visé à la *section 9.1.2.;*
   d. les documents et les mesures qui déterminent la conformité du matériel électrique avec les conditions d'utilisation (déclarations, notices d'instructions, …).
6. de mettre à la disposition de son personnel mentionné *au chapitre 9.3.* et à chacun des délégués mentionnés à la *section 9.1.2.*, un exemplaire du texte du présent Livre, ainsi qu'une copie des instructions écrites mentionnées dans le *point 5.b.*;
7. de s'assurer que:
   a. les personnes désignées pour l'exploitation de l'installation électrique connaissent et comprennent les prescriptions réglementaires et les instructions qu'ils ont pour mission d'observer ou de faire observer;
   b. les contrôles de conformité dont question au *chapitre 6.4.* ont été exécutés
   c. les visites de contrôle dont question au *chapitre 6.5.* ont été exécutées;
   d. les contrôles de conformité et les visites de contrôle couvrent la totalité des installations;
   e. les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, les dites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens;
   f. les visites de routine dont question à la *section 9.1.2.* ont été exécutées;
   g. l'installation ou partie d'installation électrique fasse l'objet d'un contrôle de conformité avant la mise en usage, étant bien attendu que pour les installations destinées à alimenter des machines ou appareils mobiles, le contrôle porte sur l'installation de son origine jusqu'aux dispositifs de commande.
8. d'afficher en des endroits judicieusement choisis une instruction relative aux premiers soins à donner en cas d'accident d'origine électrique;
9. de soumettre au Service interne pour la Prévention et la Protection au travail et au Comité pour la Prévention et la Protection au travail, les rapports de contrôle dont mention aux *chapitres 6.4. et 6.5.;*
10. de transmettre au nouveau propriétaire, gestionnaire ou exploitant de l'installation électrique le dossier dont mention au *point 5.a.* ci-avant;

11. de mettre à la disposition du locataire éventuel une copie du dossier de l'installation électrique;
12. d'aviser immédiatement le fonctionnaire préposé à la surveillance du Service Public Fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions ainsi que le Service Public Fédéral ayant l'Energie dans ses attributions de tout accident survenu aux personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations électriques.

Section 9.1.2. Visite de routine des installations électriques

L'exploitant d'une installation électrique à haute tension, son mandataire ou son préposé visite ou fait visiter ses installations au moins une fois tous les trois mois dans le but de veiller à conserver leur bon état de sécurité.

Le visiteur a pour devoir de signaler sur-le-champ à son mandant les défectuosités qu'il constate. Ses observations sont consignées à cet effet dans un registre particulier. Ce registre est mis à la disposition de l'organisme agréé ou de l'autorité habilitée mentionnés au *chapitre 6.3.*, ainsi que des agents et fonctionnaire chargés du contrôle et de la haute surveillance de l'installation.

Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle

Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité

Aucune installation ou partie d'installation électrique pour laquelle des infractions au présent Livre sont constatées lors du contrôle de conformité ne peut être mise en usage.

Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle

Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation, lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Section 9.1.4. Localisation des canalisations électriques souterraines

Le propriétaire d'une canalisation électriques souterraine est, en tout temps, à même de tenir à disposition les plans des canalisations souterraines, ou à défaut, de donner les indications nécessaires pour localiser celle-ci.

Il le fait dans un délai de sept jours ouvrables, à partir de la réception de la demande qui lui est adressée à cet effet, à quiconque est autorisé à exécuter les travaux dans le voisinage du câble.

Section 9.1.5. Document des influences externes

Les influences externes y compris les lieux dans lesquelles celles-ci sont d'application, sont déterminées sur la base de données fournies par l'exploitant des lieux dans lesquels se situe l'installation.

Ces données sont apposées dans le document des influences externes. Le document, sous forme de plan tableau ou de liste, détermine de manière unique les influences externes des lieux. Dans le cas où il n'y aurait pas d'influences externes spécifiques à prendre en considération, telles que celles reprises au tableau des influences externes non spécifiques ci-après, le document le confirme. Le document doit être paraphé par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe le document pour réception lors du contrôle. La correspondance entre le document et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Les influences externes non spécifiques sont mentionnées dans le *tableau 9.1.*

Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques

Température ambiante	**AA**	1	2	3			6	7	
Présence d'eau	**AD**		2	3	4	5	6	7	8
Présence de corps solides étrangers	**AE**		2	3	4				
Présence de substances corrosives ou polluantes	**AF**		2	3	4				
Contraintes mécaniques dues aux chocs	**AG**		2	3					
Contraintes mécaniques dues aux vibrations	**AH**		2	3					
Présence de flore et/ou moisissures	**AK**		2						
Présence de faune	**AL**		2						
Influences électriques, électromagnétiques ou ionisantes	**AM**		2	3	4	5	6		
Rayonnements solaires	**AN**		2						
Compétence des personnes	**BA**		2	3	4	5			
Etat du corps humain	**BB**		2	3					
Contact des personnes avec le potentiel de terre	**BC**				4				
Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence	**BD**		2	3	4				
Nature des matières traitées ou entreposées	**BE**		2	3	4				
Matériaux de construction	**CA**		2						
Structure des bâtiments	**CB**		2	3	4				

Note : Les influences externes non spécifiques sont repérées par des cases noires.

L'exploitant de multiples installations du même type ou son délégué peut, par type d'installation, établir une liste particulière d'influences externes non spécifiques. La liste doit être paraphée par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe la liste pour réception lors du contrôle. La correspondance entre la liste et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Section 9.1.6. Plans de zonage

Les spécifications pour la réalisation des plans de zonage concernant les risques d'explosion sont décrites dans le *chapitre 7.1.*

Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5

La compétence des personnes qui est codifiée sous BA4 ou BA5 est attribuée aux travailleurs par l'employeur. La diversité de cette attribution selon le type d'installation électrique ou le type de travaux pour lesquels cette compétence est valable, doit être déterminée.

Nonobstant les déterminations du chapitre VI du livre 3, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail, l'employeur tient au moins compte lors de l'appréciation de la compétence des personnes et lors de l'attribution de la codification BA4 ou BA5 à ces personnes:

- des connaissances du travailleur relatives aux risques qui sont occasionnés par les installations électriques, acquises par formation ou par expérience au sein ou à l'extérieur de l'institution de l'employeur;
- du type et de la diversité des installations électriques comme par exemple, haute et basse tension, les systèmes de réseaux, nature du matériel électrique appliqué (par ex. matériel électrique classique, matériel anti-explosif),... pour lesquels ces connaissances sont applicables;
- la diversité des activités à une installation électrique ou à proximité de celle-ci (travaux sous tension, à proximité des parties sous tension, travaux hors tension, manœuvre aux installations électriques, travaux de contrôle, d'inspection et de mesure),... pour lesquels ces connaissances sont applicables.

Cette appréciation de la compétence, y compris la description des installations et les travaux pour lesquels l'appréciation est valable, est traçable.

L'attribution de la codification de la compétence de personnes qui est caractérisée par le code BA4 ou BA5 à un travailleur est fixée par l'employeur dans un document, qui, outre le nom du travailleur, détermine clairement pour quelles compétences et pour quelles installations électriques la compétence est valable (entre autres par une description des activités autorisées, une description des installations

électriques auxquelles ou à proximité desquelles il est permis de travailler,...), avec des limites particulières éventuelles, la durée et des conditions éventuelles pour le maintien de la compétence.

Nonobstant la codification de la compétence BA4/BA5 les employeurs, chacun dans son domaine de compétence et à son niveau, sont tenus:
- de veiller à ce que chaque personne concernée reçoive une formation suffisante et adéquate axée en particulier sur son poste de travail ou sa fonction;
- de prendre en considération la compétence des personnes concernées sur le plan de la sécurité et de la santé au cas où elles sont chargées de l'exécution d'un travail à une installation électrique ou à proximité de celle-ci;
- de contrôler si la répartition des tâches est faite de telle façon que les divers travaux à une installation électrique ou à proximité de celle-ci soient exécutés par des personnes ayant ou ayant maintenu la compétence exigée, qui ont reçu la formation et les instructions exigées.

Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques

Section 9.3.1. Domaine d'application

Ce chapitre:
- s'applique à tous les travaux sur, avec ou dans l'environnement des installations électriques;
- ne s'applique pas aux personnes lors de l'utilisation d'installations électriques conçues et installées pour être utilisées par des personnes codifiées BA1, BA2 ou BA3, telles que définies à la *section 2.10.11*.

Section 9.3.2. Prescriptions générales

Sous-section 9.3.2.1. Principe de base

Tous les travaux doivent être précédés d'une estimation des risques, qui permet de préciser comment les travaux doivent être préparés et réalisés pour assurer la sécurité.

Pour des travaux d'exploitation ou des travaux répétitifs ayant lieu dans les mêmes circonstances une procédure générale écrite basée sur une estimation des risques suffit.

Tous les équipements de protection collective et individuelle ainsi que tous les moyens de travail (outils, appareils de mesure...) utilisés, doivent être adaptés de façon appropriée, entretenus dans une condition satisfaisante pour l'utilisation, et être correctement utilisés.

Si nécessaire, une signalisation adéquate doit être mise en place durant toute la durée des travaux.

Il doit être remédié sans délai aux défauts présentant un danger immédiat.

Sous-section 9.3.2.2. Personnel

Toute personne impliquée dans les travaux doit être instruite des prescriptions de sécurité et des instructions de l'établissement applicables à son travail. Celles-ci doivent être rappelées au cours des travaux lorsqu'ils sont longs ou lors d'une modification des conditions de travail.

Sous-section 9.3.2.3. Organisation

Chaque installation électrique doit être placée sous la responsabilité du chargé de l'installation électrique.

Tous travaux doivent être sous la responsabilité du chargé des travaux.

Le chargé des travaux et le chargé de l'installation électrique doivent prendre des dispositions de commun accord pour garantir l'exécution sûre des travaux.

Le chargé de l'installation électrique et le chargé des travaux peuvent être une seule et même personne.

La zone de travail doit être définie par le chargé des travaux et après consultation du chargé de l'installation. Un espace de travail adéquat et des moyens d'accès doivent être prévus.

Si l'estimation des risques en démontre la nécessité:
- la zone de travail et/ou l'accès à la zone de travail doit être balisé;

- une préparation des travaux par écrit doit être faite.

Toute information nécessaire, verbale ou écrite ou visuelle, doit être transmise d'une manière fiable et non ambiguë.

Pour éviter des erreurs quand l'information est transmise verbalement, le destinataire doit répéter l'information à l'expéditeur, qui doit à son tour confirmer qu'elle a été bien reçue et comprise.

L'autorisation de commencer les travaux et de remettre l'installation électrique sous tension après achèvement des travaux ne peut être donnée par signaux émis automatiquement ou par entente préalable après un intervalle de temps déterminé.

Section 9.3.3. Travaux d'exploitation

Sous-section 9.3.3.1. Généralités

Les travaux d'exploitation sont soumis à l'accord du chargé de l'installation électrique et doivent être réalisés par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5). Le chargé de l'installation doit, si exigé, être informé lorsque les actes d'exploitation courante sont terminés.

Les personnes effectuant des travaux d'exploitation doivent prendre des précautions appropriées contre les risques électriques. Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les moyens de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

Le cas échéant, les règles de travail hors tension, travail sous tension ou travail au voisinage de pièces sous tension doivent être appliquées.

Les appareils de mesure et d'essais doivent être contrôlés sur leur bon fonctionnement avant et si nécessaire après utilisation.

Les vérifications doivent être réalisées par des personnes qualifiées (BA5) possédant une expérience des vérifications d'installations similaires. Les vérifications doivent être exécutées avec du matériel approprié de façon à prévenir le danger tout en prenant en compte, si nécessaire, les contraintes imposées par la présence de pièces nues sous tension.

Quand des essais sont réalisés en utilisant une source d'alimentation extérieure des précautions doivent être prises pour s'assurer que:
- l'installation soit séparée de toute source d'alimentation normale;
- l'installation ne puisse être réalimentée par aucune autre source d'alimentation;
- des mesures de sécurité contre le risque électrique soient prises pendant la durée des essais pour tout le personnel présent;
- les points de séparation présentent une isolation suffisante pour résister à l'application simultanée de la tension d'essai d'un côté et de la tension de service de l'autre côté.

Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension

Dans les installations à haute tension, il est interdit de manœuvrer les coupe-circuit à fusibles sous courant; exception peut être faite à cette règle en ce qui concerne les coupe-circuit à fusibles protégeant les transformateurs de potentiel et les transformateurs dont la puissance n'excède pas 10 kVA, à la condition que pour ces derniers, le circuit basse tension soit entièrement coupé avant la manœuvre des coupe-circuit primaires.

La manœuvre des sectionneurs à haute tension sous courant n'est tolérée que dans les opérations de mise en ou hors service d'installations dans lesquelles la puissance apparente installée ne dépasse pas 100 kVA.

Cependant, cette prescription n'est pas d'application lorsque les sectionneurs commandent des coupe-circuit pourvus d'appareils limitant le courant, à condition toutefois que le personnel soit protégé pendant le manœuvre.

Les manœuvres exécutées par action directe sur des parties actives, des sectionneurs et coupe-circuit à fusibles à haute tension, ne peuvent se faire qu'en utilisant des engins dont l'ensemble comporte au moins deux éléments isolants en série, chacun d'eux présentant un isolement suffisant, approprié à la tension nominale du réseau. Une perche de manœuvre présentant un niveau d'isolation équivalent à celui de l'ensemble précité peut être utilisée à cet effet.

La vérification de présence ou d'absence de tension, de la concordance des phases,... au moyen d'un appareil portatif en haute tension ne peut se faire que si ledit appareil présente un isolement suffisant approprié à la tension nominale du réseau.

Lorsque le matériel électrique est alimenté directement par un réseau à haute tension, la commande ou la manœuvre de ce matériel ne peut être confiée qu'à des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

Section 9.3.4. Procédures de travail

Sous-section 9.3.4.1. Préparation

a. Généralités

Le chargé de l'installation ou le chargé des travaux s'assure que des consignes spécifiques et détaillées soient données avant le début du travail au personnel effectuant le travail. Il s'assure que ces instructions soient comprises et appliquées.

Avant le début du travail, le chargé des travaux informe le chargé de l'installation, de la nature, l'endroit, le planning du travail envisagé et les conséquences pour l'installation électrique.
Dans le cas de travaux planifiés à l'avance, à l'exception des travaux d'exploitation, l'information se fait par écrit.

Seul le chargé de l'installation peut donner l'autorisation de commencer les travaux. Cette procédure doit être définie également en cas d'interruption.

Les travaux sont effectués en principe hors tension.
Les travaux sous tension peuvent seulement être exécutés pour autant que les trois conditions suivantes soient respectées:
- que les caractéristiques de l'installation électrique le permettent et
- qu'une méthode de travail adéquate soit appliquée et
- que les exigences du service l'imposent.

b. Induction

Des conducteurs ou des parties conductrices à proximité de conducteurs sous tension peuvent être influencés électriquement. Nonobstant les prescriptions des *sous-sections 9.3.4.2.* et *9.3.4.4.*, des précautions spécifiques doivent être prises lorsqu'on travaille sur lesdits conducteurs ou parties conductrices soumises à l'induction:
- par mise à la terre à des intervalles adéquats de façon à réduire le potentiel entre conducteurs et terre à un niveau de sécurité;
- par des liaisons équipotentielles sur la zone de travail afin d'éviter toute possibilité que des personnes puissent pénétrer dans une boucle d'induction.

c. Conditions atmosphériques

En cas de conditions atmosphériques défavorables, des restrictions doivent être appliquées. Si c'est nécessaire pour prévenir le danger, les travaux aux installations en plein air ou sur un appareil directement connecté à une telle installation, doivent lorsqu'on voit des éclairs ou qu'on entend le tonnerre ou en cas d'arrivée d'un orage, être cessés immédiatement; ceci doit être communiqué au chargé de l'installation.

Si la visibilité est mauvaise sur la zone de travail, aucun travail ne doit être entrepris ou poursuivi.

Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension

a. Prescriptions essentielles

Pour s'assurer que l'installation électrique dans la zone de travail est et reste hors tension pendant la durée des travaux, les mesures suivantes doivent être appliquées:
- préparer les travaux;
- séparer l'installation électrique;
- s'assurer contre la réalimentation de l'installation électrique;
- contrôler l'absence de tension;
- mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit;
- baliser et/ou protéger l'installation électrique;
- mettre l'installation électrique à disposition.

b. Préparer les travaux

La préparation comprend l'identification des installations sur lesquelles il faut travailler ainsi que l'identification des mesures à prendre afin de garantir la sécurité et de pouvoir mettre à disposition l'installation.

c. Séparer

La partie de l'installation sur laquelle le travail doit être réalisé doit être séparée de toutes sources d'alimentation suivant les prescriptions de la *sous-section 5.3.3.1.*

d. S'assurer contre la réalimentation

Tous les dispositifs de manœuvre qui ont été utilisés pour séparer l'installation électrique sur la zone de travail doivent être prémunis contre toute possibilité de réenclenchement, de préférence par verrouillage du mécanisme de manœuvre. En l'absence de possibilités de verrouillage mécanique, d'autres dispositions doivent être prises de façon à se prémunir contre toute remise sous tension intempestive. Si une source d'énergie auxiliaire est nécessaire pour la manœuvre du dispositif de coupure, cette source d'énergie doit être rendue inopérante.

Des panneaux d'interdiction doivent être mis en place de manière à interdire toute manœuvre. Cette imposition n'est pas requise pour les systèmes automatiques de sectionnement.

e. Contrôler l'absence de tension

L'absence de tension doit être vérifiée par des dispositifs appropriés sur tous les conducteurs actifs de l'installation électrique dans la zone de travail ou aussi près que possible de celle-ci.

f. Mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit

Sur la zone de travail, toutes les parties sur lesquelles un travail doit être entrepris doivent être mises à la terre et en court-circuit. Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être raccordés en premier au point de mise à la terre et ensuite aux parties actives à mettre à la terre.

Les parties actives de ladite installation électrique présentant encore des charges capacitives après séparation doivent être déchargées à l'aide de dispositifs appropriés.

Les installations qui, après séparation présentent éventuellement une tension résiduelle, ne pourront être mises en court-circuit que lorsque la tension résiduelle aura totalement disparue.

Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être visibles, pour autant que cela soit possible, depuis la zone de travail. Si tel n'est pas le cas les connexions de mise à la terre doivent être placées aussi près de la zone de travail que raisonnablement praticable.

Lorsqu'au cours des travaux des conducteurs doivent être sectionnés ou raccordés et s'il y a risque de différences de potentiel sur l'installation, des mesures appropriées, telles que shuntage et/ou mise à la terre, doivent être prises sur la zone de travail avant sectionnement ou raccordement des conducteurs.

Dans tous les cas on doit s'assurer que les dispositifs et/ou les équipements de mise à la terre (sectionneurs de mise à la terre, câbles, clames...) soient appropriés au courant de court-circuit présumé.

Des précautions doivent être prises pour assurer que les mises à la terre restent sûres pendant le temps où le travail est en cours, excepté lorsque les connexions de terre doivent être enlevées lors de mesurages ou d'essais qui ne peuvent pas être exécutés en présence de mise en court-circuit ou de mise à la terre. Dans ce cas des précautions additionnelles ou alternatives doivent être prises.

Pour les lignes aériennes isolées, les câbles ou les autres conducteurs isolés, les mises à la terre et en court-circuit doivent être réalisées sur les parties nues des points de séparation de l'installation, aussi près que possible et de part et d'autre de la zone de travail.

g. Baliser et/ou protéger

Lorsque des parties d'une installation électrique dans l'environnement immédiat de la zone de travail restent sous tension, il y a lieu de baliser et/ou de protéger dans le respect des prescriptions de la *sous-section 9.3.4.4.*

h. Mettre à disposition

L'autorisation de commencer le travail doit être donnée par le chargé de l'installation. Le chargé des travaux doit informer le personnel qu'ils peuvent débuter les travaux dans la partie mise à disposition.

Le chargé des travaux ne peut donner l'autorisation de commencer les travaux aux exécutants que lorsque les mesures décrites aux *points b.* à *g.* ont été prises.

i. Remise sous tension

Après l'arrêt ou l'achèvement des travaux et réalisation des contrôles, les personnes qui ne sont plus indispensables doivent quitter la zone de travail. Tous les équipements de travail, la signalisation et les équipements de protection collective utilisés pendant les travaux doivent être retirés s'ils ne sont pas nécessaires pendant la suite éventuelle des travaux.

Les mesures mentionnées aux *points c.* à *g.* qui ont été prises pour assurer la sécurité pendant les travaux doivent être supprimées.

Dès qu'une des mesures mentionnées dans la présente sous-section prises pour mettre l'installation électrique en sécurité a été supprimée, cette partie de l'installation électrique ne peut plus être considérée comme une zone permettant le travail hors tension.

Ce n'est qu'après que le chargé des travaux est certain que l'installation électrique est prête à être réalimentée d'une manière sûre, qu'il a le devoir de signaler au chargé de l'installation que les travaux sont terminés.

Ce n'est qu'alors que la procédure de remise sous tension peut être entreprise.

Les travaux pour mettre l'installation à nouveau sous tension, doivent être effectués sous la responsabilité du chargé de l'installation.

Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension

a. Généralités

Les travaux sous tension ne peuvent débuter qu'après avoir préalablement pris toutes les mesures pour supprimer les risques de brûlures, d'incendie et d'explosion.

Des mesures de protection pour éviter les chocs électriques et les courts-circuits doivent être mises en œuvre pour le travail sous tension.

Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les équipements de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

b. Formation spécifique et qualification

Seules les personnes ayant suivi une formation spécifique, peuvent, après évaluation positive de leurs compétences, effectuer des travaux sous tension.

L'aptitude à réaliser des travaux sous tension doit être maintenue soit par la pratique, soit par une formation permanente ou supplémentaire.

c. Méthodes de travail – Définitions

Travail à distance > D_L: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne reste à une distance spécifiée des pièces nues sous tension et exécute son travail à l'aide d'équipements de travail isolants appropriés.

Travail au contact: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne, dont les mains sont électriquement protégées par des gants isolants et éventuellement par des protège-bras isolants, exécute son travail en contact mécanique direct avec des pièces nues sous tension.
Ceci n'exclut toutefois pas l'application des prescriptions de la sous-section *9.3.3.2.*

Travail au potentiel: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne exécute son travail en contact électrique avec les parties actives, après avoir été porté au potentiel et isolé de son environnement.

d. Equipements de travail, de protection collective et individuelle

En complément de *la sous-section 9.3.2.1.,* les caractéristiques, l'utilisation, le stockage, l'entretien, le transport et les contrôles des équipements de travail et dispositifs pour travail sous tension doivent faire l'objet de spécifications.

e. Conditions d'environnement

Des restrictions doivent être appliquées au travail sous tension en cas de mauvaises conditions atmosphériques ou conditions d'environnement.

Quand les conditions exigent que le travail soit interrompu, le personnel doit laisser l'installation et les dispositifs isolants et isolés en état de sécurité. Avant que les travaux ne soient repris sur la haute tension, les outils de travail utilisés doivent être traités le cas échéant selon les instructions du fabricant.

f. Prescriptions complémentaires

Le travail sous tension est autorisé pour les installations haute tension, moyennant le respect de procédures spécifiques.

On doit vérifier que toutes les méthodes et tous les outils choisis sont appropriés pour l'installation sur laquelle les travaux sont réalisés. Leurs caractéristiques diélectriques et mécaniques doivent être choisies selon leur spécification ou leur nombre et doivent prendre en compte les paramètres physiques sur la zone de travail.

Si l'étendue de la zone de travail ne permet pas à la personne désignée chargée de travaux d'assurer une supervision complète, elle doit désigner une personne pour l'assister.

g. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

h. Travaux spécifiques sous tension

Les travaux tels que nettoyage, pulvérisation ou élimination de dépôts de givre sur isolateurs doivent être décrits dans des instructions spécifiques de travail. Le personnel qui exécute de tels travaux doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5).

Les travaux de nettoyage sous tension des installations électriques sont exécutés en respectant les prescriptions suivantes:

- les caractéristiques d'utilisation des équipements de travail utilisés en cas de la pulvérisation du liquide de nettoyage (nettoyage humide), de même que celles de l'installation d'aspiration des poussières (nettoyage à sec) ainsi que celles du liquide même sont déterminées par la tension nominale U_n des circuits auxquels on travaille;
- les caractéristiques d'utilisation (niveau d'isolation, courant de fuite, humidité, tension de claquage...) des équipements de travail mentionnés sous le premier tiret doivent être basées sur un rapport d'essai délivré par un laboratoire accrédité pour l'application en question;
- les dimensions de la lance (nettoyage humide) comme de la pièce d'aspiration (nettoyage à sec) sont telles que pendant les travaux, leurs poignées restent toujours en dehors du plan initial formé par les écrans de protection des parties actives (éventuellement enlevés);
- le liquide de nettoyage n'est ni inflammable ni nocif pour les travailleurs;
- les travaux de nettoyage ne peuvent être effectués que par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) en présence d'une autre personne qualifiée (BA5) tel que décrit à la *section 2.10.11*. Lesdites personnes ont suivi une formation pratique ponctuelle adaptée aux risques liés à ces travaux;
- en présence d'un tableau sous tension non protégé (IP d'au moins XX-A), la personne chargée des travaux de nettoyage doit porter des vêtements de travail isolés électriquement;
- des mesures sont prises pour que le liquide ne puisse pas se saturer en eau et pour que l'eau de condensation ne puisse être projetée;
- le liquide de nettoyage ne peut contenir de composants qui peuvent dégrader les isolants de l'appareillage électrique.

Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension

a. Généralités

Les travaux au voisinage de pièces sous tension ne doivent être réalisés que lorsque des mesures de sécurité garantissent que des pièces sous tension ne peuvent pas être touchées ou que la zone sous tension ne peut pas être atteinte.

Les valeurs des distances D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage sont reprises au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1.*

De manière à maîtriser les risques électriques au voisinage de pièces sous tension, la protection est assurée au moyen d'enveloppes ou par obstacles. Si ces mesures ne peuvent pas être mises en œuvre, la protection doit être assurée par le maintien d'une distance minimale de travail non inférieure à D_L par rapport aux pièces sous tension et, si nécessaire, en assurant une surveillance appropriée.

Avant le début du travail la personne désignée chargée des travaux doit donner des instructions au personnel, particulièrement à ceux qui ne sont pas familiarisés avec le travail au voisinage de pièces sous tension, sur le maintien des distances de sécurité, sur les mesures de sécurité qui ont été prises et sur la nécessité d'un comportement conforme à l'esprit de sécurité. La limite de la zone de travail doit être définie avec précision et l'attention doit être attirée sur les circonstances ou conditions inhabituelles.
Ces instructions doivent être répétées à des intervalles appropriés ou après un changement des conditions de travail.

b. Protection au moyen d'enveloppes ou d'obstacles

Lorsque ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'intérieur de la zone sous tension, ils sont constitués de matières isolantes et les procédures adéquates soit de travail hors tension, soit de travail sous tension, doivent être appliquées.

Quand ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'extérieur de la zone sous tension, ils doivent être mis en place en appliquant les procédures de travail hors tension ou utilisant des moyens empêchant que le personnel qui les installe pénètre dans la zone sous tension. Sinon, les procédures de travail sous tension doivent être appliquées.

c. Protection par maintien d'une distance sûre de travail

Lorsque la protection par le maintien d'une distance sûre de travail est utilisée, cette méthode doit au moins contenir les trois points suivants:
- la distance non inférieure à D_L à maintenir en tenant compte de la nature des travaux et de la tension nominale de l'installation électrique;
- les critères à adopter pour la désignation du personnel susceptible d'effectuer ces travaux;
- les procédures à adopter pendant les travaux pour éviter de pénétrer dans la zone sous tension.

Si nécessaire une surveillance appropriée est à assurer.

d. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux dans le voisinage de partie active sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

e. Travaux non électriques réalisés par des non électriciens

Pour des travaux non électriques, tels que:
- travail de construction;
- échafaudage;
- installation et utilisation d'équipement de levage, de machines de génie civil, élévateurs et échelles de pompier;
- travaux d'installation;
- travaux de transport;
- travaux de peinture et de rénovation;
- mise en place d'autres équipements et d'équipements de construction,

les distances indiquées au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1* et données par la *section 2.4.1.* concernant le volume d'accessibilité au toucher doivent être respectées.

La distance doit être déterminée en tenant compte de:
- la tension du réseau;
- la nature du travail;
- l'équipement à utiliser;
- le fait que les personnes concernées sont des personnes ordinaires.

Pour les lignes aériennes, on doit tenir compte de tous les mouvements possibles des lignes et de tous les mouvements, déplacements, balancements, fouettements ou chutes possibles de l'équipement utilisé pour effectuer le travail.

Section 9.3.5. Travaux d'entretien

Sous-section 9.3.5.1. Généralités

Le but de l'entretien, est de conserver l'installation électrique en bon état de fonctionnement. L'entretien peut consister en «entretien préventif» qui est réalisé systématiquement dans l'intention de prévenir les pannes ou «entretien correctif» qui est réalisé pour réparer ou remplacer des parties défectueuses.

Il y a deux types de travail d'entretien:
- travail au cours duquel la sécurité du personnel d'entretien est compromise, ce qui requiert l'application de la procédure de travail décrite à la *section 9.3.4.*;
- travail pour lequel la conception de l'équipement permet l'exécution de l'entretien en toute sécurité suivant les procédures de travail décrites à la *sous-section 9.3.5.4.* (par exemple remplacement de fusibles ou lampes d'éclairage).

Sous-section 9.3.5.2. Personnel

Tous les travaux d'entretien sont soumis à l'accord du chargé de l'installation avant leur exécution.

Quand des travaux d'entretien sont effectués sur une installation électrique:
- la partie de l'installation concernée doit être clairement définie;
- la personne chargée de l'entretien doit être désignée.

Si nécessaire, les prescriptions pour le travail hors tension, le travail sous tension ou le travail au voisinage de pièces sous tension seront appliquées.

Le personnel d'entretien qui effectue le travail doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5). Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les équipements de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure, ...) doivent être appropriés pour cette application.

Toutes les mesures de sécurité doivent être prises y compris celles nécessaires à la protection de personnes et des biens.

Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation

Le travail de réparation peut comprendre entre autres les étapes suivantes:
- la détection et localisation du défaut;
- élimination de défauts et/ou remplacements de composants;
- remise en service de la partie réparée de l'installation.

Il peut être nécessaire d'appliquer des procédures de travail différentes lors de chaque étape.

Des procédures de travail spécifiques doivent être appliquées pour la détection et la localisation des défauts sur une installation sous tension ou pendant l'application de tensions d'essai, basées sur les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

L'élimination des défauts doit être réalisée conformément aux procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

Des essais et des réglages appropriés doivent être exécutés pour assurer que les parties réparées de l'installation sont aptes à être réalimentées.

Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement

a. Remplacement d'éléments fusibles

Le remplacement d'éléments fusibles doit s'effectuer hors tension, par une personne qualifiée (BA5) selon les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

b. Remplacement d'accessoires

Normalement, le remplacement d'accessoires démontables doit s'effectuer hors tension suivant les procédures de travail décrites à la *sous-section 9.3.5.3.* Le remplacement d'accessoires non démontables doit être effectué en appliquant les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.* On doit vérifier que les pièces de rechange utilisées sont appropriées à l'équipement à entretenir.

Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire

En cas d'interruption temporaire du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux doit prendre toutes les mesures nécessaires pour empêcher l'accès aux pièces sous tension et toute manœuvre non autorisée de l'installation électrique.

Si nécessaire la personne désignée chargée de l'installation électrique doit être informée.

Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation

A la fin du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux d'entretien doit remettre l'installation à la personne désignée chargée de l'installation et doit lui indiquer par message dans quel état elle se trouve lors du transfert.

Section 9.3.6. Précautions particulières

Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains

a. Précautions à observer lors de travaux dans la zone de voisinage des lignes aériennes

Les travaux effectués dans la zone de voisinage d'une ligne aérienne à «conducteurs nus ou assimilés» sont soumis aux prescriptions des *sections 9.3.1.* à *9.3.5.* et à l'autorisation écrite préalable du gestionnaire de la ligne qui informera le demandeur des risques spécifiques et des éventuelles mesures de sécurité à prendre.

En outre, il y a lieu de tenir compte de l'état le plus défavorable de la ligne lors de la détermination de la zone de voisinage.

b. Précautions à observer lors de travaux dans le voisinage de câbles électriques souterrains

b.1. Principe

Aucun travail de terrassement, de pavage ou autre ne peut être entrepris dans le voisinage d'un câble électrique souterrain sans consultation préalable du propriétaire du sol, de l'autorité qui a la gestion de la voie publique éventuellement empruntée et du gestionnaire du câble. La présence ou l'absence des repères, comme prévus au *point d.* de la *sous-section 5.2.10.2.* et à la *section 9.1.4.* ne dispense pas de cette consultation.

Outre cette consultation, l'exécution proprement dite d'un travail ne peut être commencée qu'après avoir procédé à la localisation des câbles.

b.2. Cas d'urgence

Les dispositions du *point b.1.*, alinéa 1er ne sont pas obligatoires si la continuité du service requiert l'urgente exécution de travaux. Seule subsiste, même si la consultation n'a pu avoir lieu, la prescription relative à la localisation préalable des câbles.

b.3. Utilisation de machines et d'engins mécaniques de terrassement

Il ne peut être fait usage de machines ou engins mécaniques dans un gabarit limité par deux surfaces verticales encadrant le câble à 50 cm de distance sans que l'entrepreneur et le gestionnaire du câble ne s'accordent au préalable sur les conditions à observer.

Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation

Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques

Un ou plusieurs panneaux d'avertissement signalent:
- les lieux non fermés de service électrique;
- les lieux fermés de service électrique;
- les installations, machines, appareils et canalisations électriques à basse tension et à très basse tension qui, en dehors des deux cas précités, ne sont pas complètement protégés contre les contacts directs;
- les ensembles de manœuvre et de répartition, machines, appareils et canalisations électriques à haute tension qui se trouvent dans des lieux ordinaires.

Toutefois, un tel panneau d'avertissement n'est pas obligatoire pour les lignes électriques aériennes et souterraines et leurs accessoires.

Les panneaux d'avertissement ont la forme d'un triangle équilatéral posé sur un côté. Ils sont bordés d'une bande noire et portent en leur centre un éclair noir sur fond jaune, conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.1. Panneau d'avertissement

Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction

Un panneau d'interdiction est placé sur certains appareils, machines et canalisations électriques ou sur les portes qui y donnent accès, dont le contact ou l'approche peut être dangereux même si un tel danger n'apparaît pas à première vue (par exemple condensateurs restant chargés après leur déconnexion du réseau, installations commandées à distance...).

Les panneaux d'interdiction sont circulaires et comportent en bordure et en diagonale, une bande rouge et au centre sur fond blanc le symbole noir se composant d'un trait représentant une pièce sous tension, un éclair et une silhouette d'homme conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.2. Panneau d'interdiction

Section 9.4.3. Panneaux d'information

Dans les agglomérations, d'autres panneaux supplémentaires sont prévus sur certaines installations à haute tension telles que les postes de transformation, leur indication étant au moins le numéro complet du raccordement téléphonique du Gestionnaire de Réseau.

Section 9.4.4. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation

L'emplacement et les dimensions de tous ces panneaux sont choisis en tenant compte d'une part des dimensions de l'installation, de la machine, de l'appareil et de la canalisation électriques sur lesquels ils sont placés et d'autre part de la distance usuelle d'observation appropriée.

Chapitre 9.5. Interdictions

A l'exception des cas prévus au *chapitre 9.3.*, il est interdit:
- de supprimer, d'altérer ou de détruire la protection contre les chocs électriques par contacts directs ou par contacts indirects;
- de toucher sans nécessité les parties actives sous tension du matériel électrique;
- de supprimer, d'altérer ou de détruire tout système de protection de l'installation électrique.

Vu pour être annexé à notre arrêté du rendant obligatoire le Livre 1 sur les

installations électriques à basse tension et à très basse tension, le Livre 2 sur les installations électriques à haute tension et le Livre 3 sur les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique.

Par le Roi :
Le Ministre de l'Emploi,

K. PEETERS

La Ministre de l'Energie,

M.C. MARGHEM

ANNEXE 3. Livre 3 Installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique

SOMMAIRE

APERÇU DES FIGURES III
APERÇU DES TABLEAUX VI
PARTIE 1. PRESCRIPTIONS GENERALES POUR LE MATERIEL ET LES INSTALLATIONS ELECTRIQUES 1
Chapitre 1.1. Introduction 3
Chapitre 1.2. Domaine d'application 3
Chapitre 1.3. Objectif 3
Chapitre 1.4. Principes fondamentaux 4
Chapitre 1.5. Limites des installations 4
PARTIE 2. TERMES ET DÉFINITIONS 5
Chapitre 2.1. Introduction 7
Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations 7
Chapitre 2.3. Tensions 11
Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques 12
Chapitre 2.5. Mises à la terre 20
Chapitre 2.6. Circuits électriques 24
Chapitre 2.7. Canalisations 26
Chapitre 2.8. Matériel 30
Chapitre 2.9. Sectionnement et commande 30
Chapitre 2.10. Influence externes 31
Chapitre 2.11. Travaux et vérification 37
Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques 40
PARTIE 3. DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES 41
Chapitre 3.1. Généralités 43
Chapitre 3.2. Alimentation et structures 44
Chapitre 3.3. Compatibilité 46
Chapitre 3.4. Installations de sécurité 47
Chapitre 3.5. Installations critiques 47
PARTIE 4. MESURES DE PROTECTION 51
Chapitre 4.1. Introduction 55
Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques 55
Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques 85
Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités 95
Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions 100
Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets 101
PARTIE 5. CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DU MATÉRIEL 103
Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels 107
Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations 109
Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance) 134
Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles en basse tension et en très basse tension 154
Chapitre 5.5. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles en haute tension 157
Chapitre 5.6. Installations de sécurité (En basse tension et très basse tension) 164
Chapitre 5.7. Installations critiques (En basse tension et en très basse tension) 172
PARTIE 6. CONTRÔLES DES INSTALLATIONS 177

Chapitre 6.1. Introduction 179
Chapitre 6.2. Domaine d'application 179
Chapitre 6.3. Organismes agréés 179
Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage 183
Chapitre 6.5. Visites de contrôle 186
PARTIE 7. RÈGLES POUR LES INSTALLATIONS ET EMPLACEMENTS SPÉCIAUX 189
Chapitre 7.1. Lignes aériennes 191
Chapitre 7.2. Installations de chantiers et installations extérieures à basse tension et à très basse tension 219
Chapitre 7.3. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive 222
Chapitre 7.4. Enceintes conductrices 223
Chapitre 7.5. Batteries d'accumulateurs industriels 224
PARTIE 8. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES RELATIVES AUX INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EXISTANTES 225
Chapitre 8.1. Introduction 227
Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques existantes 227
PARTIE 9. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES À OBSERVER PAR LES PERSONNES 231
Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire ou gestionnaire 233
Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5 235
Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques 236
Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation 249
Chapitre 9.5. Interdictions 250

Aperçu des figures

Figure 2.1. Schéma TN-S 8
Figure 2.2. Schéma TN-C 9
Figure 2.3. Schéma TN-C-S 9
figure 2.4. Schéma TT 9
Figure 2.5. Schéma IT 10
Figure 2.6. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement 14
Figure 2.7. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel 14
Figure 2.8. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 14
Figure 2.9. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre 15
Figure 2.10. Tension de contact admissible U_{Tp} en fonction de la durée du courant de défaut 17
Figure 2.11. Installation de mise à la terre 21
Figure 2.12. Exemple montrant la variation du potentiel de surface et les tensions lorsque des courants circulent dans les prises de terre 22
Figure 2.13. Résistance de terre R_E 23
Figure 2.14. Impédance de terre Z_E 23
Figure 2.15. Schéma équivalent de l'impédance de terre Z_E 23
Figure 2.16. Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB} 24
Figure 2.17. Schéma équivalent de l'impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB} 24
Figure 2.18. Mode de pose «bloc alvéolé» 28
Figure 2.19. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol» 28
Figure 2.20. Mode de pose «chemin de câbles» 28
Figure 2.21. Mode de pose «conduit» 28
Figure 2.22. Mode de pose «goulotte» 29
Figure 2.23. Mode de pose «corbeau» 29
Figure 2.24. Mode de pose «gouttière» 29
Figure 2.25. Mode de pose «tablette» 29
Figure 2.26. Mode de pose «moulure» 29
Figure 2.27. Mode de pose «plinthe rainurée (ou chambranle)» 30
Figure 2.28. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage 38
Figure 2.29. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant 38
Figure 2.30. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre 39
Figure 3.1. Schéma TN-C-S 45
Figure 3.2. Schéma TT 45
Figure 3.3. Schéma IT 46
Figure 4.1. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (1) 68
Figure 4.2. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (2) 69
Figure 4.3. Boucle de défaut dans un schéma TN-S 70
Figure 4.4. Boucle de défaut dans un schéma TN-C 71
Figure 4.5. Boucle de défaut dans un schéma TN-C-S 71
Figure 4.6. Boucle de défaut dans un schéma TT 73
Figures 4.7. Schéma IT (Premier défaut) 74
Figure 4.8. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses interconnectées) 75
Figure 4.9. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses non interconnectées) 75
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes 111

Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement 111
Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique..... 111
Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux..... 111
Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Montage apparent..... 112
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Montage encastré 112
Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Plinthes 112
Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Chambranles 112
Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles 113
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux 113
Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte..... 113
Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière..... 113
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Gaines 113
Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés 114
Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés 114
Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés. 114
Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés..... 114
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable 114
Figure 5.19. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles 114
Figure 5.20. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés..... 115
Figure 5.21. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les huisseries..... 115
Figure 5.22. Modes de pose des canalisations électriques – En encastrements directs, sans conduits 115
Figure 5.23. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les canalisations préfabriquées 115
Figure 5.24. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs 115
Figure 5.25. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau 116
Figure 5.26. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles..... 116
Figure 5.27. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux 116
Figure 5.28. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés. 117
Figure 5.29. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés..... 117
Figure 5.30. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable 117
Figure 5.31. Modes de pose des canalisations électriques – Sous conduits à l'air libre 117
Figure 5.32. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés 117
Figure 5.33. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés 118
Figure 5.34. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte..... 118
Figure 5.35. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière..... 118
Figure 5.36. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles 118
Figure 5.37. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés..... 118
Figure 5.38. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau 119
Figure 5.39. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs 119
Figure 5.40. Pose en encastrement sans conduit dans le béton ou le ciment..... 132
Figure 5.41. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux 132
Figure 5.42. Coupe schématique d'une saignée..... 133
Figure 5.43. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de fusibles 151
Figure 5.44. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit minimal) 151
Figure 5.45. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit présumé)..... 151
Figure 5.46. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section circulaire en fonction de leur section (A en mm^2) 159

Figure 5.47. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section rectangulaire en fonction du produit de la section et du périmètre (A x s) 160
Figure 5.48. Principe d'une installation de sécurité 164
Figure 7.1. Distances par rapport aux bâtiments 194
Figure 7.2. Isolateurs du type rigide – Vue du dessus 205
Figure 7.3. Isolateurs du type rigide – Perspective 205
Figure 7.4. Type semi-ancrage – Vue en élévation 205
Figure 7.5. Type ancrage – Vue en élévation 205
Figure 7.6. Chaîne unique d'isolateur – Vue en élévation 206
Figure 7.7. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective 206
Figure 7.8. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective 206
Figure 7.9. Dispositifs à double chaîne sans bretelle – Type ancrage 207
Figure 7.10. Dispositifs à chaîne unique sans bretelle 207
Figure 7.11. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective 208
Figure 7.12. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective 208
Figure 7.13. Zone interdite d'un câble protégé 209
Figure 7.14. Zones entourant des «conducteurs nus ou assimilés» 210
Figure 7.15. Panneau d'interdiction 218
Figure 9.1. Panneau d'avertissement 249
Figure 9.2. Panneau d'interdiction 249

Aperçu des tableaux

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif 12
Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu 12
Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L 16
Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ 16
Tableau 2.5. Catégories d'influences externes 31
Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA) 31
Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières 32
Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD) 32
Tableau 2.9. Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE) 32
Tableau 2.10. Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 33
Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 33
Tableau 2.12. Influences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 34
Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 34
Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN) 34
Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA) 35
Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB) 35
Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 35
Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) 36
Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 36
Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA) 36
Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments 37
Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V 39
Tableau 4.1. Tension nominale maximale (en V) lors de l'emploi de la TBTS 60
Tableau 4.2. Distances minimales pour les emplacements de service et d'entretien 63
Tableau 4.3. Dispositif de protection à courant différentiel: sensibilité des dispositifs de protection en fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre 77
Tableau 4.4. Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre 82
Tableau 4.5. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher 86
Tableau 4.6. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 88
Tableau 4.7. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu 89
Tableau 4.8. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu 89
Tableau 4.9. Lieux 92
visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa 92
Tableau 4.10. Valeur maximale du champ électrique non perturbé 102
Tableau 5.1. Canalisations pour lesquelles les conducteurs peuvent avoir une section inférieure à 2,5 mm^2 . 109
Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante 135
Tableau 5.3. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante 135
Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD) 135
Tableau 5.5. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 135
Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA) 137
Tableau 5.7. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB) 137
Tableau 5.8. Choix des machines et appareils électriques en fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 137

Tableau 5.9. Valeurs de k pour des conducteurs de protection 155
Tableau 5.10. Section minimale des conducteurs de protection pour laquelle la détermination par calcul de la valeur S_p n'est pas nécessaire 155
Tableau 5.11. Valeurs des constantes ß et k pour certains matériaux 158
Tableau 5.12. Températures maximales admissibles en fonction du matériau 158
Tableau 5.13. Facteur de correction en fonction de la température finale 160
Tableau 5.14. Dimensions minimales des électrodes de terre en fonction des matériaux utilisés en rapport avec leur résistance aux influences mécaniques et corrosives 161
Tableau 6.1. Valeurs minimales de la résistance d'isolement 184
Tableau 7.1. Majoration (en m) de la distance pour les lignes à haute tension 196
Tableau 7.2. Distance «a» (m) 197
Tableau 7.3. Valeurs minimales de la charge de rupture par traction, en newtons (N) 198
Tableau 7.4. Valeur de l'effort différentiel de traction en fonction de la section du conducteur 198
Tableau 7.5. Pression dynamique $q_b$en fonction de la hauteur 200
Tableau 7.6. Valeurs du coefficient aérodynamique pour les câbles clos en Z 201
Tableau 7.7. Coefficient aérodynamique c en fonction du type de profilé 201
Tableau 7.8. Coefficient aérodynamique pour les poteaux en béton 202
Tableau 7.9. Contraintes admissibles pour les poteaux en profilés simples et les pylônes en treillis (en N/mm²) 202
Tableau 7.10. Facteur de réduction de la section pour les barres pleines en acier laminé 202
Tableau 7.11. Types de dispositifs de sécurité 205
Tableau 7.12. Conditions d'utilistaion 207
Tableau 7.13. Valeurs du rayon «r» (en m) 209
Tableau 7.14. Distance «a» (en m) en fonction de la tension de la ligne aérienne 213
Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques 234

Partie 1. Prescriptions générales pour le matériel et les installations électriques

CHAPITRE 1.1. INTRODUCTION **3**

CHAPITRE 1.2. DOMAINE D'APPLICATION **3**

Section 1.2.1. Régime général **3**

Section 1.2.2. Exceptions **3**

CHAPITRE 1.3. OBJECTIF **3**

CHAPITRE 1.4. PRINCIPES FONDAMENTAUX **4**

Section 1.4.1. Installations électriques **4**

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale 4

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes 4

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien 4

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications 4

Section 1.4.2. Matériel électrique **4**

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr 4

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications 4

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes 4

CHAPITRE 1.5. LIMITES DES INSTALLATIONS **4**

Chapitre 1.1. Introduction

Le Livre 3 concerne les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux.

Ce Livre est divisé en:
- Partie x.
- Chapitre x.x.
- Section x.x.x.
- Sous-section x.x.x.x.

On entend dans le présent Livre par:

- **Livre 1:** livre concernant *les installations à basse tension et à très basse tension.*
- **Livre 2:** livre concernant *les installations à haute tension.*

Chapitre 1.2. Domaine d'application

Section 1.2.1. Régime général

Les prescriptions faisant l'objet du présent Livre sont applicables:
- à toutes les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux publics, pour autant que la fréquence nominale du courant ne dépasse pas 10.000 Hz ;
- à leurs installations auxiliaires (éclairage, chauffage…), y compris le raccordement à ce réseau et les installations de comptage associées;
- aux câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande (à l'exception de circuits internes des machines et appareils électriques) dans le cas de mesures préventives contre l'incendie telles que mentionnées aux *sections 4.3.3., 5.2.8.* et *5.6.6.*
- au choix et à la mise en œuvre d'appareils fixes dans les installations d'informatique, dans les installations de traitement de données, dans les installations à très basse tension qui tombent sous la Loi réglementant la sécurité privée et particulière (détection intrusion, détection incendie et caméras de surveillance) et à tout autre système de transmission de données, et ceci en ce qui concerne les influences externes visées au *chapitre 2.10.*

Pour les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux autres que les gestionnaires de réseaux publics, les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté chacun en ce qui le concerne, les conditions spécifiques pour l'intégration de ces installations dans le Livre 3.

Les installations gérées par les gestionnaires de réseaux qui ne répondent pas aux conditions ci-dessus tombent sous les domaines d'application du Livre 1 et du Livre 2.

Section 1.2.2. Exceptions

Les prescriptions de ce Livre ne s'appliquent pas aux installations d'informatique, aux installations de traitement de données, aux installations de télétransmission, aux installations à très basse tension qui tombent sous la Loi réglementant la sécurité privée et particulière (détection intrusion, détection incendie et caméras de surveillance) et à tout autre système de transmission de données. Ces installations et systèmes doivent toutefois répondre aux exigences des règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, des prescriptions spécifiques à leur égard.

Chapitre 1.3. Objectif

Le présent Livre a pour objectif de définir des prescriptions relatives au choix du matériel, à la réalisation, à la protection, à l'utilisation et au contrôle des installations électriques pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux afin d'en assurer un niveau minimum de sécurité.

Chapitre 1.4. Principes fondamentaux

Section 1.4.1. Installations électriques

Sous-section 1.4.1.1. Tension nominale

Les installations électriques sont, dans toutes leurs parties, conçues et réalisées en fonction de leur tension nominale.

Sous-section 1.4.1.2. Règles de l'art – Conformité aux normes

Les normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN dans les cas où elles existent et toutes dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent sont considérées comme des règles de l'art.

Sous-section 1.4.1.3. Réalisation et entretien

Les installations électriques sont réalisées:
- avec du matériel électrique sûr,
- de manière conforme à leur destination,
- de manière à pouvoir être entretenues correctement dans toutes leurs parties constitutives,

et ce conformément aux dispositions du présent Livre et aux règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Les installations ainsi réalisées ne compromettent pas, en cas d'entretien correctement exécuté et en cas d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.1.4. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications des installations électriques sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Section 1.4.2. Matériel électrique

Sous-section 1.4.2.1. Le matériel électrique sûr

Ne sont mis en œuvre dans une installation électrique que des machines, appareils et canalisations électriques sûrs, c'est-à-dire qui sont construits conformément aux règles de l'art et ne compromettent pas, en cas d'installation et d'entretien non défectueux et d'utilisation conforme à leur destination, la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Sous-section 1.4.2.2. Réparations, adjonctions et modifications

Les réparations, adjonctions et modifications du matériel électrique sont exécutées avec du matériel sûr, conformément aux dispositions du présent Livre et selon les règles de l'art (si les dispositions n'existent pas dans le présent Livre).

Sous-section 1.4.2.3. Respect des normes

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent rendre obligatoire par arrêté et chacun en ce qui le concerne, toute norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou toute disposition qui assure un niveau de sécurité au moins équivalent relative au matériel et à l'installation électriques.

Le matériel électrique doit au moins répondre aux critères repris à la *section 5.1.3.*

Chapitre 1.5. Limites des installations

On considère les bornes basse tension du transformateur haute tension/basse tension comme limite entre l'installation électrique à basse tension et celle à haute tension.

Nonobstant les règlements techniques régionaux pour la gestion des réseaux de distribution d'électricité, on considère la limite de l'installation pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérée par les gestionnaires de réseaux comme étant la limite d'exploitation entre le gestionnaire de réseau et l'utilisateur du réseau tel que déterminée dans le contrat de raccordement ou dans le règlement de raccordement.

Partie 2. Termes et définitions

CHAPITRE 2.1. INTRODUCTION 7

CHAPITRE 2.2. CARACTÉRISTIQUES DES INSTALLATIONS 7

Section 2.2.1. Caractéristiques générales 7

Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux 7

Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre en basse tension et en très basse tension 7

Section 2.2.2. Grandeurs et unités 10

Section 2.2.3. Installations diverses 10

CHAPITRE 2.3. TENSIONS 11

Section 2.3.1. Termes généraux 11

Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif 12

Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu 12

CHAPITRE 2.4. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 12

Section 2.4.1. Termes généraux 12

Sous-section 2.4.1.1. Généralités 12

Sous-section 2.4.1.2. En basse tension et en très basse tension 16

Sous-section 2.4.1.3. En haute tension 17

Section 2.4.2. Isolations 17

Sous-section 2.4.2.1. Généralités 17

Sous-section 2.4.2.2. En basse tension et en très basse tension 18

Section 2.4.3. Classification du matériel à basse tension et à très basse tension en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques 19

CHAPITRE 2.5. MISES À LA TERRE 20

Section 2.5.1. Généralités 20

Section 2.5.2. En basse tension et en très basse tension 20

Section 2.5.3. En haute tension 21

CHAPITRE 2.6. CIRCUITS ÉLECTRIQUES 24

Section 2.6.1. Termes généraux 24

Sous-section 2.6.1.1. Généralités 24

Sous-section 2.6.1.2. En basse tension et en très basse tension 24

Section 2.6.2. Courants 24

Section 2.6.3. Transformateurs à basse tension 25

Section 2.6.4. Caractéristiques des dispositifs de protection 25

Sous-section 2.6.4.1. Généralités 25

Sous-section 2.6.4.2. En basse tension et en très basse tension 26

CHAPITRE 2.7. CANALISATIONS 26

Section 2.7.1. Termes généraux 26

Sous-section 2.7.1.1. Généralités 26

Sous-section 2.7.1.2. En basse tension et en très basse tension 27

Section 2.7.2. Modes de pose 28

Sous-section 2.7.2.1. Généralités 28

Sous-section 2.7.2.2. En basse tension et en très basse tension 29

CHAPITRE 2.8. MATÉRIEL 30

Section 2.8.1. Termes généraux 30

Sous-section 2.8.1.1. Généralités 30

Sous-section 2.8.1.2. En basse tension 30

Section 2.8.2. Possibilités de déplacement 30

Sous-section 2.8.2.1. Généralités 30

Sous-section 2.8.2.2. En basse tension et en très basse tension 30

CHAPITRE 2.9. SECTIONNEMENT ET COMMANDE 30

CHAPITRE 2.10. INFLUENCE EXTERNES 31
Section 2.10.1. Généralités 31
Section 2.10.2. Température ambiante (AA) 31
Section 2.10.3. Présence d'eau (AD) 32
Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE) 32
Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 32
Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) 33
Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 33
Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 33
Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) 34
Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN) 34
Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA) 34
Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB) 35
Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 35
Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD) 35
Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE) 36
Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA) 36
Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB) 37
CHAPITRE 2.11. TRAVAUX ET VÉRIFICATION 37
Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques 37
Section 2.11.2. Vérification des installations électriques 39
CHAPITRE 2.12. SCHEMAS, PLANS ET DOCUMENTS DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES 40

Chapitre 2.1. Introduction

Les définitions de différents termes techniques sont données dans cette partie dans la mesure où ces termes sont généraux.

Toutes ces définitions sont d'application dans la suite de ce Livre.

D'autres définitions, celles de termes qui sont d'application spécifique à une partie du Livre, sont reprises dans la partie concernée.

Sauf stipulations contraires, les indications relatives à la tension du présent Livre sont applicables au courant continu et au courant alternatif.

Chapitre 2.2. Caractéristiques des installations

Section 2.2.1. Caractéristiques générales

Sous-section 2.2.1.1. Termes généraux

Local: un lieu couvert délimité par des cloisons, à savoir par un sol, des parois et un plafond jointifs; ces cloisons sont pleines ou ne présentent que des ouvertures qui ne permettent pas le passage d'un long fil rectiligne de 1 mm de diamètre.

Installation électrique: un ensemble constitué par des machines, appareils et canalisations électriques.

Installation fixe (appelée aussi installation permanente): installation qui ne répond ni à la définition d'une installation temporaire, ni à la définition d'une installation mobile ou transportable.

Installation temporaire: installation qui a seulement une durée limitée comme:
- soit une installation destinée à des aménagements de durée limitée, sortant du domaine d'application prévu des lieux soit une installation se répétant régulièrement;
- soit une installation destinée à l'exécution de travaux de construction de bâtiments et analogues (par exemple, installations de chantiers visées au *chapitre 7.2.*).

Installation mobile ou transportable: installation qui peut être déplacée, hors ou sous tension, soit par ses propres moyens soit par l'utilisateur.

Emplacement: un lieu non nécessairement couvert et non nécessairement délimité par des cloisons ou par des clôtures.

Emplacement clôturé: un lieu non nécessairement couvert délimité soit par une ou des cloisons, soit par un ou des obstacles servant à enclore un espace.

Lieu du service électrique: soit un local, soit un emplacement clôturé qui sert essentiellement ou exclusivement à l'exploitation des installations électriques.

Emplacements de service: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire pour l'exploitation des installations électriques (par exemple, surveillance, manœuvre, réglage, commande...).

Emplacements d'entretien: les emplacements situés à l'intérieur des lieux du service électrique dont l'accès est nécessaire, principalement en vue de l'entretien normal des installations électriques (par exemple, remplacement de coupe-circuit à fusibles, maintien en bon état de fonctionnement...).

Ouverture fonctionnelle: ouverture qui rend possible la fonction que le local ou l'emplacement clôturé doit remplir; il s'agit notamment des portes d'accès, ouvertures d'aération, ouvertures de passage de canalisations, de dispositifs mécaniques de commande...

Lieu ordinaire: soit un local, soit un emplacement qui n'est pas un lieu du service électrique.

Fonctionnement normal: une situation où les installations électriques et non-électriques sont utilisées conformément à leurs paramètres de conception.

Sous-section 2.2.1.2. Schémas de mise à la terre en basse tension et en très basse tension

a. Généralités

Les schémas de mise à la terre pris en considération dans le cadre du présent Livre sont caractérisés chacun par un code constitué au minimum de deux lettres et éventuellement de trois ou quatre lettres:
- la première lettre donne la situation d'un point de l'alimentation par rapport à la terre:

T: liaison directe d'un point avec la terre,
I: soit isolation de toutes les parties actives par rapport à la terre;
soit liaison d'un point avec la terre à travers une impédance suffisamment élevée;

- la seconde lettre donne la situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre:
  T: masses reliées directement à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation;
  N: masses reliées au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre).
- les éventuelles troisième ou quatrième lettres, séparées des deux premières par un tiret, ainsi qu'éventuellement entre elles, donnent la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection:
  S: fonctions de neutre et de protection assurées par des conducteurs séparés;
  C: fonctions de neutre et de protection combinées en un seul conducteur (conducteur PEN).

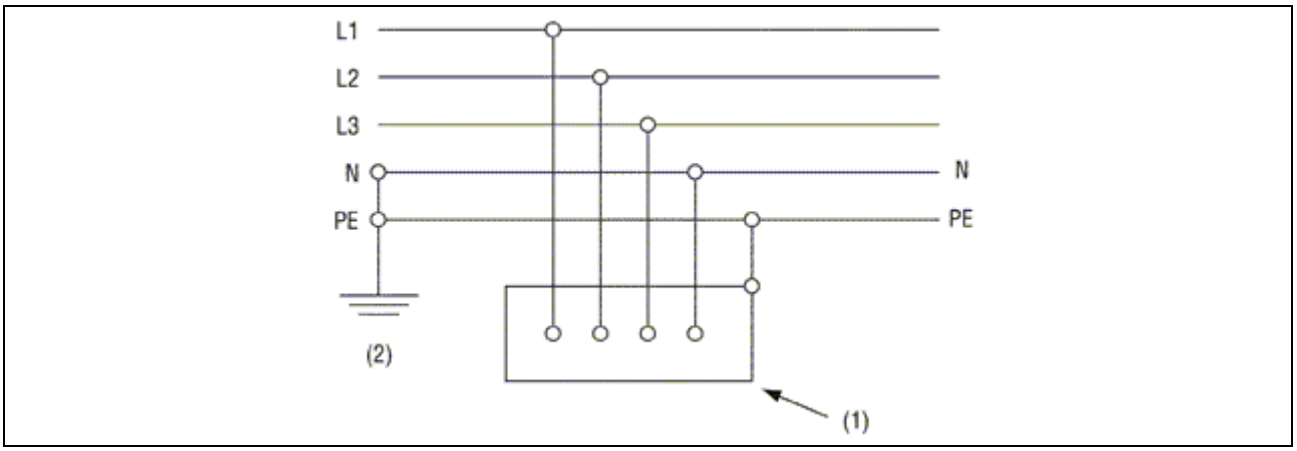
b. Descriptions des schémas

Les types de schémas de mise à la terre suivants sont pris en considération dans le cadre du présent Livre:
- les variantes TN-S, TN-C-S et TN-C du schéma TN;
- le schéma TT;
- le schéma IT.

b.1. Les variantes du schéma TN

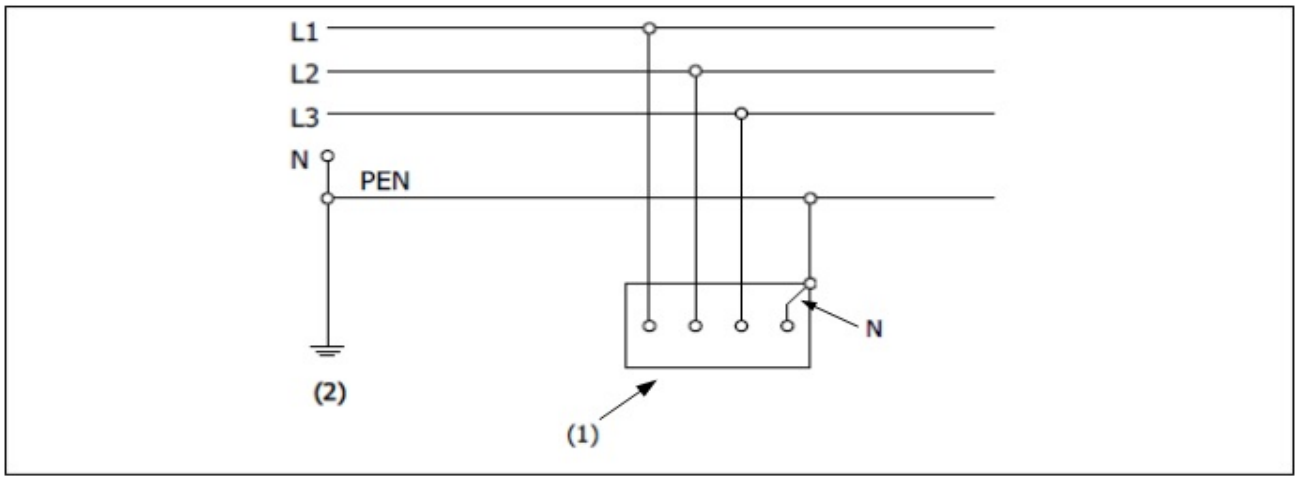
Les schémas TN ont un point de l'alimentation relié directement à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à ce point par des conducteurs de protection. Trois types de schémas TN sont pris en considération, suivant la disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection, à savoir:
- le schéma TN-C: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.
- le schéma TN-S: dans lequel le conducteur neutre et le conducteur de protection sont séparés dans l'ensemble du schéma.

Figure 2.1. Schéma TN-S



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation

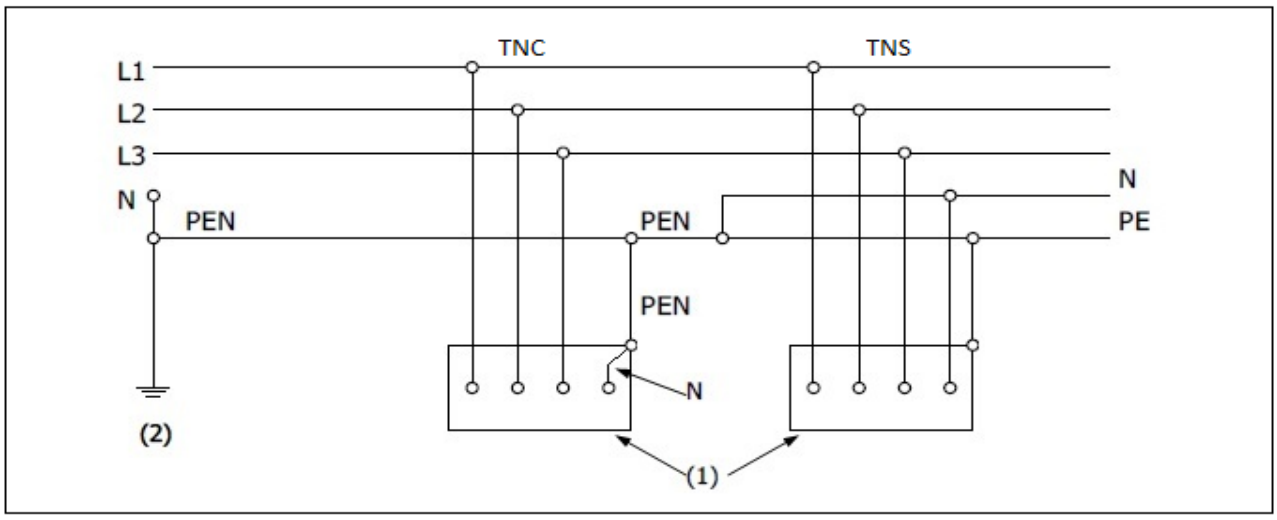
Figure 2.2. Schéma TN-C



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation

- le schéma TN-C-S: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans une partie du schéma.

Figure 2.3. Schéma TN-C-S

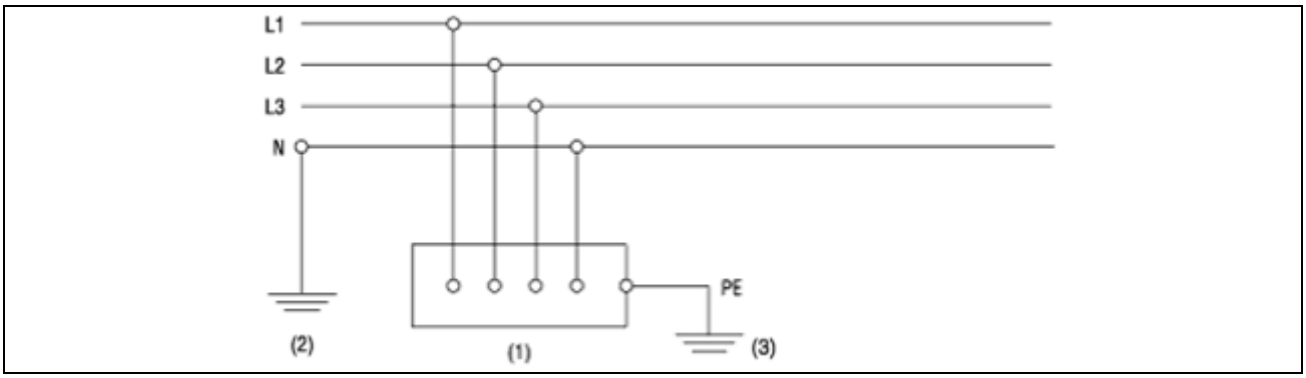


(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation

b.2. Le schéma TT

Le schéma TT a un point de l'alimentation relié directement à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à des prises de terre électriquement distinctes de la prise de terre de l'alimentation.

figure 2.4. Schéma TT



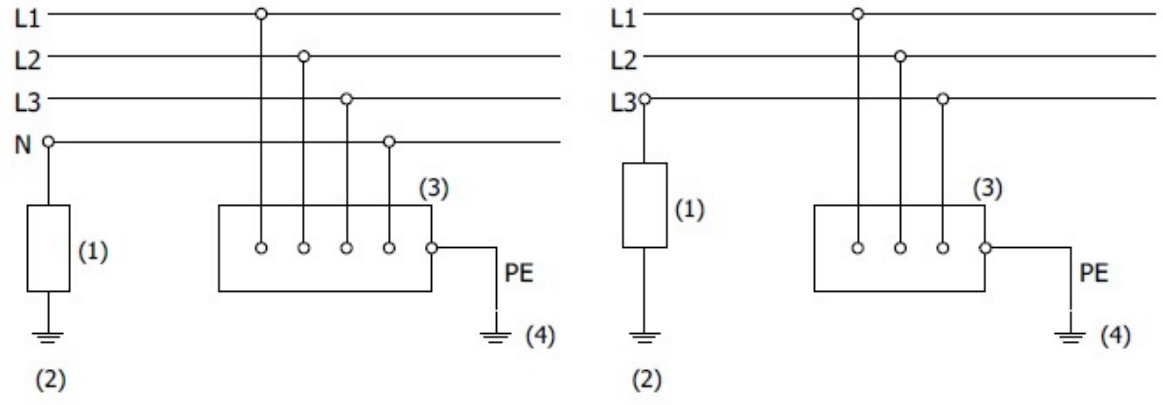
(1) Masse

(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Prise de terre de la masse

b.3. Le schéma IT

Le schéma IT soit n'a aucun point de l'alimentation relié directement à la terre, soit a un point de l'alimentation relié à la terre à travers une impédance suffisamment élevée, les masses de l'installation électrique étant mises à la terre.

Figure 2.5. Schéma IT



N.B. : Le schéma peut être isolé de la terre. Le conducteur neutre n'est pas en principe distribué.

(1) Impédance (installée ou non)
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Masse
(4) Prise de terre de la masse

Section 2.2.2. Grandeurs et unités

Sont applicables, dans ce Livre, les unités et symboles définis par l'arrêté royal du 4 octobre 1977 modifiant l'arrêté royal du 14 septembre 1970 portant mise en vigueur partielle de la loi du 16 juin 1970 sur les unités, étalons et instruments de mesure et fixant les unités de mesures légales et les étalons et les mesures nécessaires à la reproduction de ces unités.

Valeur nominale: valeur utilisée pour dénommer un matériel par une grandeur qui le caractérise (intensité, tension...). Cette grandeur est généralement voisine de la valeur assignée de ce matériel.

Valeur assignée: valeur d'une grandeur, fixée généralement par le constructeur pour un fonctionnement spécifié d'un composant d'un dispositif ou d'un matériel.

Valeur efficace: pour une grandeur dépendant du temps, il s'agit de la racine carrée positive de la valeur moyenne du carré de la grandeur sur l'intervalle du temps donné (nommée aussi valeur rms – *root mean square*).

Taux d'ondulation efficace d'un courant ou d'une tension: rapport de la valeur efficace de la composante périodique du courant ou de la tension à la valeur absolue de leur composante continue.

Intégrale de Joule: intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié ($t = t_1 - t_0$):

$$I^2 \cdot t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 \cdot \mathrm{d}t$$

Section 2.2.3. Installations diverses

Consommateur de sécurité: équipement ou système qui, pour des raisons de sécurité des personnes, doit rester en service pendant une durée déterminée.

Installation de sécurité: installation électrique composée de l'alimentation de sécurité et du consommateur de sécurité.

Alimentation de sécurité: alimentation prévue pour garantir le maintien de la fonction de consommateurs de sécurité. Elle est composée de la source de sécurité et du circuit de sécurité.

Source de sécurité: source électrique faisant partie de l'alimentation de sécurité.

Consommateur critique: équipement ou système pour lequel le maintien de la fonction est requis pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes.

Installation critique: installation électrique composée du consommateur critique, de son circuit et de sa source de remplacement éventuelle.

Source de remplacement: source électrique prévue pour garantir, pour des raisons autres que celles de sécurité des personnes, l'alimentation d'une installation électrique ou des parties de celle-ci ou d'un appareil, en cas d'interruption de la source normale. Elle peut servir à alimenter des installations critiques.

Consommateur à sécurité positive: un consommateur dont la fonction de sécurité reste maintenue dans le temps en cas de perte de l'alimentation normale. Exemple d'un consommateur à sécurité positive: une porte coupe-feu maintenue par électroaimant en position ouverte et se fermant mécaniquement et automatiquement en cas de perte de l'alimentation.

Source normale: source électrique principale d'une installation électrique dans des conditions de fonctionnement normal.

Chapitre 2.3. Tensions

Section 2.3.1. Termes généraux

Tension nominale du matériel électrique: tension qui figure dans la désignation d'un matériel électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de ce matériel.

Tension nominale d'une installation électrique: tension qui figure dans la désignation d'une installation électrique et d'après laquelle sont déterminées les conditions d'essais et les tensions limites de cette installation. Cette valeur ne tient pas compte des surtensions transitoires dues, par exemple, à des manœuvres, ni des variations temporaires anormales de la tension dues, par exemple, à des défauts dans le réseau d'alimentation.

Tension périodique: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Tension alternative: tension périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, toute tension qui au cours de chaque période change de signe.

Tension continue: tension qui se reproduit identiquement à elle-même à chaque instant ou tension périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Tension continue non lisse: tension dont le taux d'ondulation efficace est supérieur à 0,1.

Tension continue lisse: tension dont le taux d'ondulation efficace est inférieur ou égal à 0,1; toutefois, la valeur efficace maximale de la composante périodique est fixée à:
- 3 V pour les tensions continues inférieures ou égales à 30 V;
- 6 V pour les tensions continues supérieures à 30 V et inférieures ou égales à 60 V;
- 12 V pour les tensions continues supérieures à 60 V et inférieures ou égales à 120 V.

Haute tension (HT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Basse tension (BT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Très basse tension (TBT): tension dont la valeur est définie aux *sections 2.3.2* et *2.3.3*.

Très basse tension de sécurité (TBTS): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales, et
- dans des conditions de défauts, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *sous-section 2.4.1.1*.

Très basse tension de protection (TBTP): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales, et
- dans des conditions de défauts, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *sous-section 2.4.1.1*.

La TBTP diffère de la TBTS par le fait qu'un point du circuit à TBTP peut être relié à la terre.

Très basse tension fonctionnelle (TBTF): très basse tension dont la valeur ne dépasse pas:
- dans des conditions d'exploitation normales,

celle de la tension limite conventionnelle absolue définie à la *sous-section 2.4.1.1.*

Séparation de protection en TBT et BT: une séparation entre les parties actives à TBT et BT ayant une tenue diélectrique équivalente à celle de la double isolation.

Section 2.3.2. Domaines de tensions en courant alternatif

Pour les tensions alternatives, les tensions considérées sont exprimées en valeurs efficaces.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.1.*

Tableau 2.1. Domaines de tension en courant alternatif

		Domaines de tension en courant alternatif (V)
Très basse tension		$U \leq 50$
Basse tension	1ère catégorie	$50 < U \leq 500$
	2e catégorie	$500 < U \leq 1000$
Haute tension	1ère catégorie	$1000 < U \leq 50000$
	2e catégorie	$U > 50000$

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Section 2.3.3. Domaines de tensions en courant continu

Les tensions continues sont exprimées en valeurs moyennes.

Le classement d'une installation électrique dans l'un des domaines de tension se fait en fonction de la tension nominale *U* entre conducteurs actifs par application du *tableau 2.2.*

Tableau 2.2. Domaines de tension en courant continu

		Domaines de tension (V)	
		en courant continu non lisse	***en courant continu lisse***
Très basse tension		$U \leq 75$	$U \leq 120$
Basse tension	1ère catégorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2e catégorie	$750 < U \leq 1500$	$750 < U \leq 1500$
Haute tension		$U > 1500$	$U > 1500$

De plus, si la tension entre un des conducteurs actifs et un élément conducteur étranger dépasse les valeurs mentionnées au tableau, cette tension sert à définir le classement de l'installation électrique.

Chapitre 2.4. Protection contre les chocs électriques

Section 2.4.1. Termes généraux

Sous-section 2.4.1.1. Généralités

Choc électrique: effet physiopathologique résultant du passage d'un courant électrique dans le corps humain.

Contacts directs: contacts des personnes avec les parties actives du matériel électrique.

Contacts indirects: contacts des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension.

Courant de choc: courant qui traverse le corps humain et qui provoque un choc électrique.

Conducteur actif: un conducteur affecté à la transmission de l'énergie électrique. Sont couverts par cette définition: le conducteur neutre en courant alternatif et le compensateur en courant continu, même si ces conducteurs sont utilisés comme conducteurs de protection.

Parties actives:

- les conducteurs et pièces conductrices du matériel électrique susceptibles de se trouver sous tension en service normal ainsi que les pièces conductrices raccordées directement au conducteur neutre en courant alternatif ou au compensateur en courant continu, le conducteur PEN n'étant pas considéré, par convention, comme partie active;

- les pièces de certaines machines ou appareils électriques (faisant par exemple l'objet de mesures d'antiparasitage) si des règles particulières les concernant le prévoient ou si les conditions d'installation et d'emploi sont telles que ces pièces conductrices peuvent être portées en service normal à une tension supérieure à la limite de la très basse tension. Il en est de même pour celles des parties conductrices du matériel électrique de la classe II (définie à la *section 2.4.3*) qui sont isolées des parties actives par une isolation principale seulement.

Parties et pièces simultanément accessibles: les conducteurs ou parties conductrices nus qui peuvent être touchés simultanément par une personne, c'est-à-dire qui sont à une distance donnée en m par la formule suivante:

$d = 2{,}50 + 0{,}01\ (U_N - 20)$

avec un minimum de 2,50 m. U_N étant la tension nominale donnée en kV, entre ces parties et pièces.

Les parties et pièces simultanément accessibles peuvent être:
- des parties actives;
- des masses;
- des éléments conducteurs étrangers à l'installation électrique;
- des conducteurs de protection, des conducteurs d'équipotentialité;
- des prises de terre;
- la terre et les sols conducteurs.

Partie intermédiaire: la partie inaccessible et conductrice du matériel électrique qui n'est pas sous tension en service normal mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Masse: partie conductrice accessible qui n'est pas une partie active mais qui peut être mise sous tension en cas de défaut.

Le terme de *masse* désigne essentiellement les parties métalliques accessibles des matériels électriques, normalement isolées des parties actives mais susceptibles d'être mises accidentellement en liaison électrique avec des parties actives par suite d'une défaillance des dispositions prises pour assurer leur isolation; cette défaillance peut résulter de la mise en défaut de l'isolation principale ou des dispositifs de fixation ou de protection.

Les masses comprennent notamment:
- les parties métalliques accessibles des matériels électriques, séparées des parties actives par une isolation principale seulement;
- les éléments conducteurs étrangers qui sont en liaison électrique ou en contact avec la surface extérieure conductrice ou isolante d'un matériel électrique, qui ne comporte qu'une isolation principale.

Il en est ainsi notamment pour les huisseries métalliques utilisées pour le passage des canalisations électriques, servant de support aux appareils électriques à isolation principale ou placées au contact de l'enveloppe extérieure de ces appareils.

Il résulte également de la définition de la masse que:
- les parties métalliques accessibles des matériels électriques autres que ceux de la classe II, les armures métalliques des câbles, certains conduits métalliques sont des masses;
- aucune partie des matériels électriques de la classe II n'est considérée comme masse.

Le terme de *masse* désigne également tout objet métallique en liaison électrique ou en contact, par suite de dispositions volontaires ou par état de fait, avec la surface extérieure des matériels électriques à isolation principale.

Par extension, il y a lieu de considérer comme masse tout objet métallique situé à proximité de parties actives non isolées et présentant un risque appréciable de se trouver en liaison électrique avec ces parties actives, par suite de défaillance des moyens de fixation (telles que desserrage de connexion, rupture de conducteur...).

Eléments conducteurs étrangers à l'installation électrique (en abrégé: **éléments conducteurs étrangers**): parties conductrices ne faisant pas partie de l'installation électrique et susceptibles de propager un potentiel, y compris le potentiel de la terre.

Ces éléments conducteurs étrangers sont notamment:
- les éléments métalliques utilisés dans la construction des bâtiments;
- les canalisations métalliques de gaz, eau, chauffage... et les appareils non électriques qui leur sont reliés (radiateurs, cuisinières non électriques, éviers métalliques...);
- les sols et parois non isolants.

Défaut: liaison électrique accidentelle entre deux points de potentiels différents. Le défaut peut être franc ou présenter une impédance.

Impédance de la boucle de défaut: impédance totale offerte au passage du courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut: le courant résultant d'un défaut.

Courant de défaut à la terre: le courant de défaut qui s'écoule à la terre.

Courant de fuite: le courant qui s'écoule dans un circuit électriquement sain vers la terre ou vers des éléments conducteurs étrangers.

Tension de défaut: la tension qui apparaît, lors d'un défaut d'isolement, entre une masse et un point dont le potentiel n'est pas modifié par la mise sous tension de la masse.

Tension de contact: dans le cadre de la protection contre les contacts indirects, la tension qui existe ou peut apparaître, lors d'un défaut d'isolement, entre des parties simultanément accessibles, à l'exception des parties actives.

Surface de circulation: surface fixe sur laquelle des personnes se tiennent ou circulent en situation normale; cette surface est délimitée par sa disposition propre ou par un ou des éléments matériels.

Volume d'accessibilité au toucher (en abrégé: volume d'accessibilité): volume qui est situé autour d'une surface de circulation et qui est limité comme mentionné aux *figures 2.6.* à *2.9.*

Figure 2.6. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée naturellement

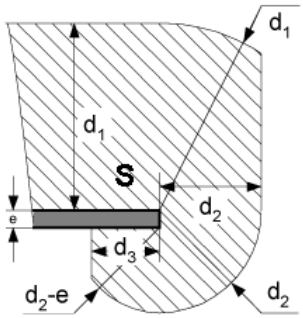
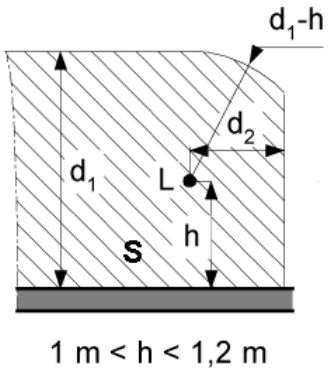


Figure 2.7. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel



L = élément matériel

Figure 2.8. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre

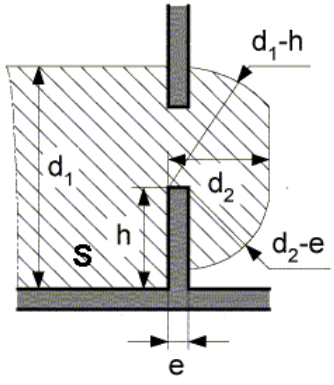
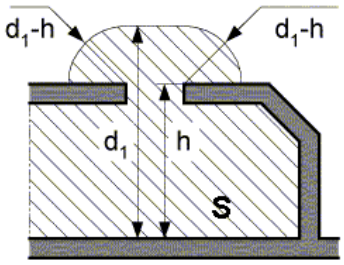


Figure 2.9. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre



S: surface de circulation

d_1, d_2, d_3: distances données en m par les formules suivantes:
d_1 = 2,50 + 0,01 (U_N - 20) avec minimum 2,5 m
d_2 = 1,25 + 0,01 (U_N - 20) avec minimum 1,25 m
d_3 = 0,75 + 0,01 (U_N - 20) avec minimum 0,75 m
où U_N, exprimé en kV, est la tension nominale de l'installation électrique.

Les surfaces de circulation ainsi que les éléments matériels dont la constitution est telle que les ouvertures qu'ils comportent ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre, limitent le volume d'accessibilité au toucher.

Serrure de sécurité: N'est pas considérée comme serrure de sécurité:
- des serrures qui peuvent être ouvertes avec une clé universelle;
- des serrures qui peuvent être ouvertes facilement avec l'aide d'un outil à main (pince, tournevis, …).

Exemples de serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité: serrure à double panneton, serrure à clé triangulaire, serrure à clé carrée, …

Sols et parois isolants: les sols et parois dont la résistance est suffisamment élevée pour limiter le courant de défaut à une valeur non dangereuse.

Sont considérés comme non isolants:
- les sols et murs en béton armé sans autre revêtement;
- les revêtements de sol en pierre, grès, ciment, en terre cuite ou en carreaux de céramique ou de ciment, posés directement sur une dalle de béton armé, sur des hourdis, du béton ou de la terre pleine;
- les revêtements métalliques.

Sont considérés comme non conducteurs:
- les parquets en bois;
- les revêtements en caoutchouc non conducteur, en linoléum ou en matières plastiques;
- les parois revêtues d'un enduit tel que du plâtre sec;
- les murs secs en briques ou en carreaux de plâtre;
- les tapis et moquettes sans élément métallique.

Des essais de résistance électrique déterminent la catégorie à laquelle ils appartiennent. En cas de doute, les parois et sols sont considérés comme conducteurs.

Degrés de protection procurés par les enveloppes: le degré de protection que procurent les enveloppes contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides de même que contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur des enveloppes est fixé par un code conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent de sécurité à celui défini dans cette norme.

Ce code est composé des lettres *IP*, suivi de deux chiffres dont le premier désigne le degré de protection contre l'accès aux parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle et, en même temps, le degré de protection contre la pénétration de corps solides étrangers et le deuxième le degré de protection contre la pénétration de liquides.

Lorsqu'un de ces chiffres n'est pas défini, il est remplacé par la lettre *X*.

La protection contre le contact direct avec des parties actives situées à l'intérieur de l'enveloppe ou derrière l'obstacle, est fixée par une lettre qui est séparée des chiffres par un tiret. Les lettres additionnelles ne sont utilisées que si la protection réelle contre le contact direct est plus élevée que celle qui est indiquée par le premier chiffre caractéristique ou si seule la protection contre l'accès aux parties actives est mentionnée.

Les lettres *A, B, C* et *D* concernent l'empêchement du contact avec les parties actives par un calibre de respectivement 50, 12, 2,5 et 1 mm de diamètre.

Degrés de protection procurés par les obstacles: le degré de protection concernant la protection contre la pénétration de corps solides étrangers et de liquides, de même que contre le contact direct avec des parties actives situées derrière les obstacles est fixé de façon analogue à celles des enveloppes (voir *ci-avant*).

Tensions limites conventionnelles:

a) Tension limite conventionnelle absolue (U_L)

La tension limite conventionnelle absolue (U_L) dépend de la résistance du corps humain qui est, notamment, fonction de l'état d'humidité de la peau.

On utilise, pour l'influence externe de l'humidité de la peau, un code composé des lettres BB suivies d'un chiffre allant de 1 à 3.

On définit ainsi conventionnellement trois états du corps humain en fonction de l'humidité de la peau et trois valeurs de tensions limites conventionnelles absolues, comme le mentionne le *tableau 2.3*.

Tableau 2.3. Tension limite conventionnelle absolue U_L

Code	*Etat du corps humain*	*Tension limite conventionnelle absolue U_L en V*		
		Courant alternatif	*Courant continu non lisse*	*Courant continu lisse*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	50	75	120
BB2	Peau mouillée	25	36	60
BB3	Peau immergée dans l'eau	12	18	30

b) Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

La tension limite conventionnelle relative est une tension qui ne peut être maintenue à une valeur supérieure à la tension $U_L(t)$ pendant un temps supérieur au temps t mentionné au *tableau 2.4*.

Tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$

Temps de maintien maximal (t) en secondes	*Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en V*			
	BB1		*BB2*	
	Courant alternatif	*Courant continu*	*Courant alternatif*	*Courant continu*
∞	< 50	< 120	< 25	< 60
5	50	120	25	60
1	72	155	43	89
0,5	87	187	50	105
0,2	207	276	109	147
0,1	340	340	170	175
0,05	465	465	227	227
0,03	520	520	253	253
0,02	543	543	263	263
0,01	565	565	275	275

La famille de courbes construites sur les valeurs de la tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$ en fonction du temps est dénommée *courbe de sécurité* dans la suite de ce Livre.

Sous-section 2.4.1.2. En basse tension et en très basse tension

Conducteur neutre: un conducteur actif relié au point neutre (N). Dans certains cas et dans des conditions spécifiées, le conducteur neutre peut remplir la fonction de conducteur de protection.

Conducteur PEN: un conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection.

Lieux non conducteurs: en basse tension et en très basse tension, sont considérés comme lieux non conducteurs les locaux et emplacements secs dont les sols et parois sont isolants et présentent une résistance au moins égale à:

- 50 kΩ/m² si la tension nominale de l'installation n'est pas supérieure à 500 V (300 V par rapport à la terre);

– 100 kΩ/m² si la tension nominale de l'installation est supérieure à ces valeurs.

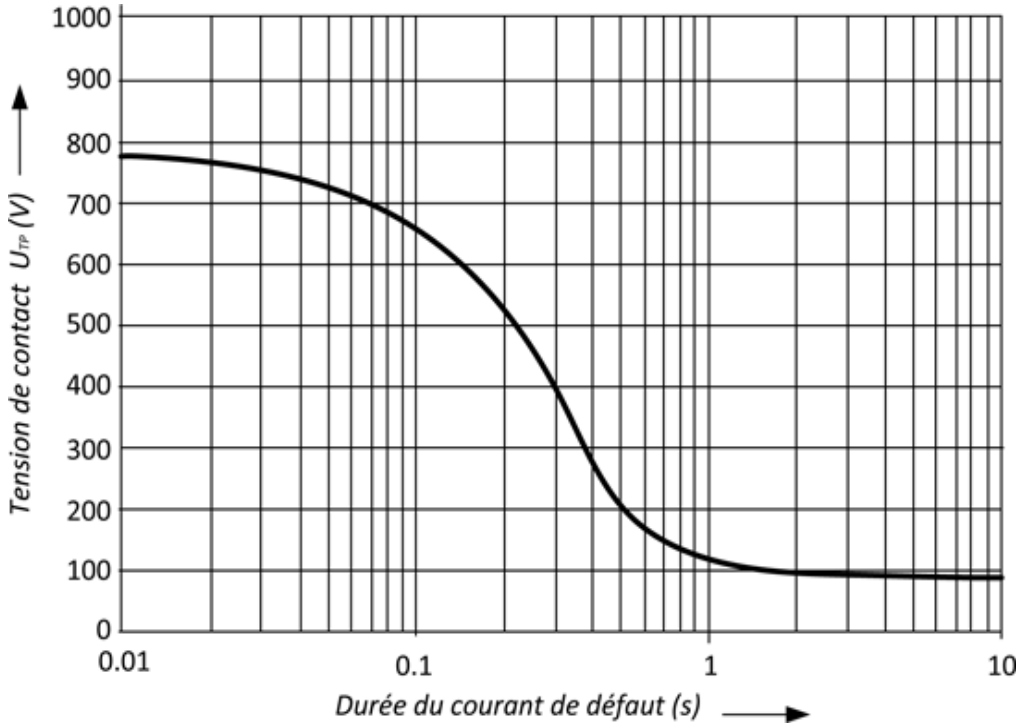
Sous-section 2.4.1.3. En haute tension

Tension de contact par rapport à la terre U_T: partie de l'élévation du potentiel de terre U_E qui peut être appliquée à une personne, le courant traversant le corps humain entre les mains et les pieds (distance horizontale de 1 m entre les pieds et la masse touchée) (voir *figure 2.12.*).

Tension de contact admissible U_{Tp}: valeur limite admissible de la tension de contact en fonction de la durée du courant de défaut.

Ces limites sont définies par la courbe de sécurité de la *figure 2.10.* pour les installations accessibles uniquement à des personnes BA4 ou BA5.

Figure 2.10. Tension de contact admissible U_{Tp} en fonction de la durée du courant de défaut



Note 1: cette courbe concerne les défauts de terre dans les installations à haute tension
Note 2: si la durée de passage du courant est plus grande que 10 s, une valeur de 75 V peut être utilisée pour U_{TP}

Pour tous les autres cas, ces limites sont définies par les courbes de sécurité du *tableau 2.4. Tension limite conventionnelle relative $U_L(t)$.*

Tension de pas U_S: partie de l'élévation du potentiel de terre U_E qui peut être appliquée à une personne ayant une longueur de pas de 1 m, lorsque le courant traverse le corps humain de pied à pied (voir *figure 2.12.*).

Différences de potentiel dangereuses: les différences de potentiel dangereuses sont celles qui peuvent provoquer des tensions de contact dépassant la valeur admissible U_{TP}.

Tension de contact transférée U_{TT}: valeur de la tension de contact transférée par les parties métalliques de la gaine d'un câble ou par un conducteur de protection, si ceux-ci ne sont pas mis à la terre à l'extrémité éloignée (voir *figure 2.12.*).

Tension de contact transférée U_{TTE}: valeur de la tension de contact transférée par les parties métalliques de la gaine d'un câble ou par un conducteur de protection, si ceux-ci sont aussi mis à la terre à l'extrémité éloignée (voir *figure 2.12.*).

Section 2.4.2. Isolations

Sous-section 2.4.2.1. Généralités

Isolation: l'ensemble des isolants (solides, liquides, gazeux) entrant dans la construction d'un matériel ou d'une installation électrique pour isoler les parties actives. L'isolation supporte pendant une minute, à la fréquence industrielle, une tension d'essai dont la valeur est fixée:

– soit dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;

- soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes;
- soit par arrêté des Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail et ce, chacun en ce qui le concerne;
- soit de façon explicite au sein du présent Livre.

Sous-section 2.4.2.2. En basse tension et en très basse tension

Isolation principale: une isolation nécessaire pour assurer le fonctionnement convenable du matériel et des installations électriques et la protection fondamentale contre les chocs électriques.

Double isolation: une isolation dans laquelle une isolation complémentaire indépendante est prévue en plus de l'isolation principale. La double isolation est contrôlée par des essais de type; elle supporte pendant une minute, à la fréquence industrielle, une tension d'essai dont la valeur est fixée:

- soit dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN;
- soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes;
- soit par arrêté des Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail et ce, chacun en ce qui le concerne;
- soit de façon explicite au sein du présent Livre.

Le matériel électrique à double isolation porte le symbole suivant, qui est visible de l'extérieur:

Isolation totale: s'applique aux ensembles montés en usine (E.M.U.); elle est réalisée en respectant soit les dispositions de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme et, notamment, les suivantes:

- le matériel électrique est complètement enveloppé dans un matériau isolant. L'enveloppe porte le symbole suivant qui est visible de l'extérieur:
  ;
- à l'intérieur de l'ensemble monté en usine, le symbole suivant est apposé d'une manière visible:

Isolation supplémentaire: consiste à recouvrir, au cours de la réalisation de l'installation électrique, l'isolation principale d'un matériel électrique d'une isolation conférant à ce matériel une sécurité équivalant à celle de la double isolation. Elle remplit les conditions suivantes:

a) le matériel électrique étant en état de fonctionnement, les parties intermédiaires sont enfermées dans une enveloppe isolante possédant au moins le degré de protection IPXX-B;
b) l'enveloppe isolante est capable de supporter les contraintes mécaniques, électriques, chimiques ou thermiques prévisibles;
c) les revêtements de peinture, de vernis et de produits similaires ne sont pas, en général, considérés comme satisfaisant à ces prescriptions, à l'exception des enveloppes ayant subi les essais de type et recouvertes d'une telle couche lorsque leur emploi est admis dans les règles correspondantes et lorsque les recouvrements isolants sont essayés dans les conditions d'essai correspondantes;
d) l'enveloppe isolante n'est pas traversée par des parties conductrices susceptibles de propager un potentiel. L'enveloppe ne comporte pas de vis en matière isolante dont le remplacement par une vis métallique pourrait compromettre l'isolation procurée par l'enveloppe; lorsque l'enveloppe isolante doit être traversée par des liaisons mécaniques (par exemple organes de commande d'appareils incorporés), celles-ci sont disposées de telle sorte que la protection contre les chocs électriques ne soit pas compromise;
e) si des portes ou couvercles peuvent être ouverts sans l'aide d'une clé ou d'un outil, toutes les parties conductrices, qui sont accessibles lorsque la porte ou le couvercle est ouvert, doivent se trouver derrière une barrière isolante possédant au moins un degré de protection IPXX-B, empêchant les personnes de se trouver au contact de telles parties; cette barrière isolante ne peut être enlevée qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil;
f) le symbole suivant est apposé de manière visible à l'extérieur de l'enveloppe:

Isolation renforcée: consiste à recouvrir les parties actives nues d'une isolation qui a des propriétés mécaniques et électriques telles qu'elle assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui de la double isolation; elle n'est admise que lorsque des raisons de construction ne permettent pas la réalisation de la double isolation. Elle remplit les conditions mentionnées *b)* à *f)* de l'*isolation supplémentaire* ci-avant.

Section 2.4.3. Classification du matériel à basse tension et à très basse tension en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques

Les classes de matériel électrique: le matériel électrique en basse tension et en très basse tension est classé du point de vue de la protection contre les chocs électriques selon les trois critères suivants:
- l'isolation entre parties actives et parties accessibles;
- la possibilité ou non de relier les parties conductrices accessibles à un conducteur de protection;
- les tensions admissibles.

On distingue les classes suivantes de matériel électrique:

a) **classe 0:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose uniquement sur l'isolation principale; ceci implique qu'aucune disposition n'est prévue pour le raccordement des pièces conductrices accessibles, s'il y en a, à un conducteur de protection.
Le matériel électrique de la classe 0 a soit une enveloppe en matière isolante qui peut former tout ou partie de l'isolation principale, soit une enveloppe métallique qui est séparée des parties actives par une isolation appropriée. Si un matériel électrique pourvu d'une enveloppe en matière isolante comporte un moyen de raccordement à un conducteur de protection des parties internes, il est considéré comme étant de la classe I ou 0I.

b) **classe 0I:** matériel électrique ayant au moins une isolation principale en toutes ses parties et comportant une borne de protection (ou borne de masse), mais équipé d'un câble d'alimentation ne comportant pas de conducteur de protection.

c) **classe I:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais dans lequel on doit raccorder les parties conductrices accessibles à un conducteur de protection d'une manière telle que ces parties ne puissent devenir dangereuses en cas de défaillance de l'isolation principale. Pour le matériel électrique destiné à être alimenté avec un câble souple, ce câble comporte un conducteur de protection;

d) **classe II:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose:
   - soit sur la double isolation;
   - soit sur l'isolation renforcée.

   Le matériel électrique de la classe II porte le symbole suivant qui est visible de l'extérieur:
   ⧈

   Ces mesures ne comportent pas de moyen de mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation. Un tel matériel électrique peut être de l'un des types suivants:
   - d.1. classe II à isolation enveloppante: où l'enveloppe durable et pratiquement continue en matière isolante enferme toutes les parties métalliques à l'exception de petites pièces telles que plaques signalétiques, vis et rivets, qui sont séparées des parties actives par une isolation équivalant au moins à l'isolation renforcée;
   - d.2. classe II à enveloppe métallique: où l'enveloppe métallique pratiquement continue enferme les parties actives et dans lequel est réalisée soit une double isolation soit une isolation renforcée parce qu'une double isolation est manifestement irréalisable;
   - d.3. classe II qui est une combinaison de matériels électriques à isolation enveloppante et à enveloppe métallique. Si un matériel électrique ayant en toutes ses parties une double isolation et/ou une isolation renforcée comporte une borne de protection externe, il est considéré comme étant de la classe I ou 0I.

e) **classe III:** matériel électrique dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension de sécurité et dans lequel ne sont pas utilisées des tensions qui ne sont pas de sécurité.

Matériel électrique de sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle des appareils de classe II: le matériel électrique de sécurité équivalente à celle des appareils de classe II est un matériel qui peut être considéré pour les applications comme étant de classe II bien qu'il ne réponde pas exactement à la définition de la classe II. Comme ces appareils sont soumis à des essais très sévères qui garantissent la faible probabilité d'une mise sous tension des parties accessibles, ils sont considérés comme présentant une sécurité équivalant à celle du matériel de la classe II.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail fixent par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les conditions devant être remplies par un matériel électrique pour être considéré comme de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II.

Chapitre 2.5. Mises à la terre

Section 2.5.1. Généralités

Terre: terme désignant aussi bien la terre comme endroit que comme matériau conducteur, par exemple le type de sol, humus, terreau, sable, gravier ou rocher.

Electrode de terre: pièce conductrice enfouie dans le sol qui assure une liaison électrique avec la terre.

Partie utile de l'électrode de terre: partie de l'électrode de terre située en dessous de la limite de gel (60 cm sous la surface du sol).

Prise de terre: une ou plusieurs électrodes de terre qui sont interconnectées en permanence.

Prises de terre électriquement distinctes: prises de terre suffisamment éloignées les unes des autres pour que le courant maximal susceptible d'être écoulé par l'une d'entre elles ne modifie pas sensiblement le potentiel des autres.

Mise à la terre: connexion d'une partie active, d'une masse ou d'un élément conducteur étranger à une ou plusieurs prises de terre.

Conducteur de protection: un conducteur utilisé dans certaines mesures de protection contre les contacts indirects et reliant des masses, soit:
- à d'autres masses;
- à des éléments conducteurs étrangers;
- à une prise de terre;
- à un conducteur relié à la terre;
- à une partie active reliée à la terre.

Conducteur principal de protection: le conducteur auquel sont reliés d'une part le ou les conducteurs de terre, et d'autre part les conducteurs de protection des masses et, si nécessaire, ceux des éléments conducteurs étrangers et éventuellement le neutre.

Conducteur de terre: conducteur de protection reliant la borne de terre principale à la prise de terre, le sectionneur de terre éventuel étant considéré comme faisant partie dudit conducteur de terre.

Conducteur de terre du point neutre et/ou du conducteur neutre: conducteur reliant le point neutre et/ou un point du conducteur neutre à une prise de terre.

Borne principale de terre: borne de connexion du (des) conducteur(s) de terre, du ou des conducteurs principaux de protection et du (des) conducteur(s) principal(aux) d'équipotentialité.

Borne de terre ou **borne de protection:** borne de connexion du conducteur de protection d'un matériel électrique.

Zone équipotentielle: espace dans lequel, en cas de défaut dans une installation électrique, aucune différence de potentiel dangereuse ne peut apparaître.

Conducteur d'équipotentialité: conducteur servant à réaliser la liaison équipotentielle.

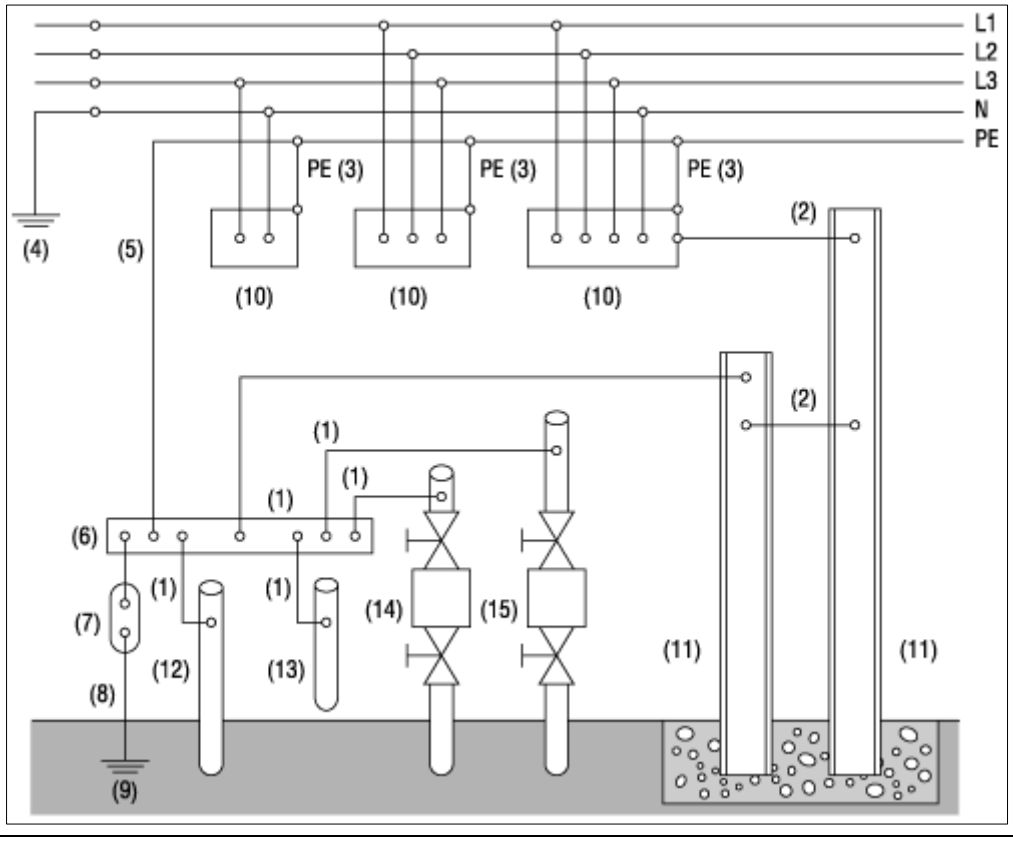
Zone neutre ou **terre neutre (de référence):** partie de la terre située en dehors de la zone d'influence d'une prise de terre et dans laquelle, entre deux points quelconques, ne peut apparaître une différence de potentiel perceptible par suite d'un courant de défaut à la terre.

Zone de dispersion (d'une prise de terre): zone entourant la prise de terre et située en dehors de la zone neutre.

Section 2.5.2. En basse tension et en très basse tension

Installation de mise à la terre: ensemble comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Figure 2.11. Installation de mise à la terre



(1) équipotentielles principales
(2) équipotentielles supplémentaires
(3) conducteur de protection
(4) terre du distributeur
(5) conducteur principal de protection
(6) borne principale de terre
(7) sectionneur de terre
(8) conducteur de terre
(9) prise de terre utilisateur
(10) masses
(11) charpente
(12) décharge
(13) chauffage
(14) eau
(15) gaz

Liaison équipotentielle: une liaison électrique spécialement destinée à mettre au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et/ou des éléments conducteurs étrangers.
En basse tension, on distingue:
- la liaison équipotentielle principale;
- la liaison équipotentielle supplémentaire;
- les liaisons équipotentielles locales non reliées à la terre.

Résistance de terre R_E (résistance de dispersion d'une prise de terre): résistance entre la prise de terre et la terre de référence.

Impédance de terre Z_E: impédance entre l'installation de mise à la terre, éventuellement interconnectée avec d'autres installations de mise à la terre, et la terre de référence.

Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}: impédance du circuit formé par la résistance R_E de la prise de terre en série avec l'impédance Z_B que constituent tous les autres chemins de retour à la terre.

Section 2.5.3. En haute tension

Installation de mise à la terre: ensemble comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Installation de mise à la terre locale: ensemble d'étendue limitée, comportant une ou plusieurs prises de terre interconnectées, les conducteurs de terre correspondants et les conducteurs de protection.

Mise à la terre globale: mise à la terre obtenue au moyen d'un ensemble d'installation de mises à la terre locales connectées entre elles par une liaison galvanique, comprenant éventuellement les câbles avec effet de terre.

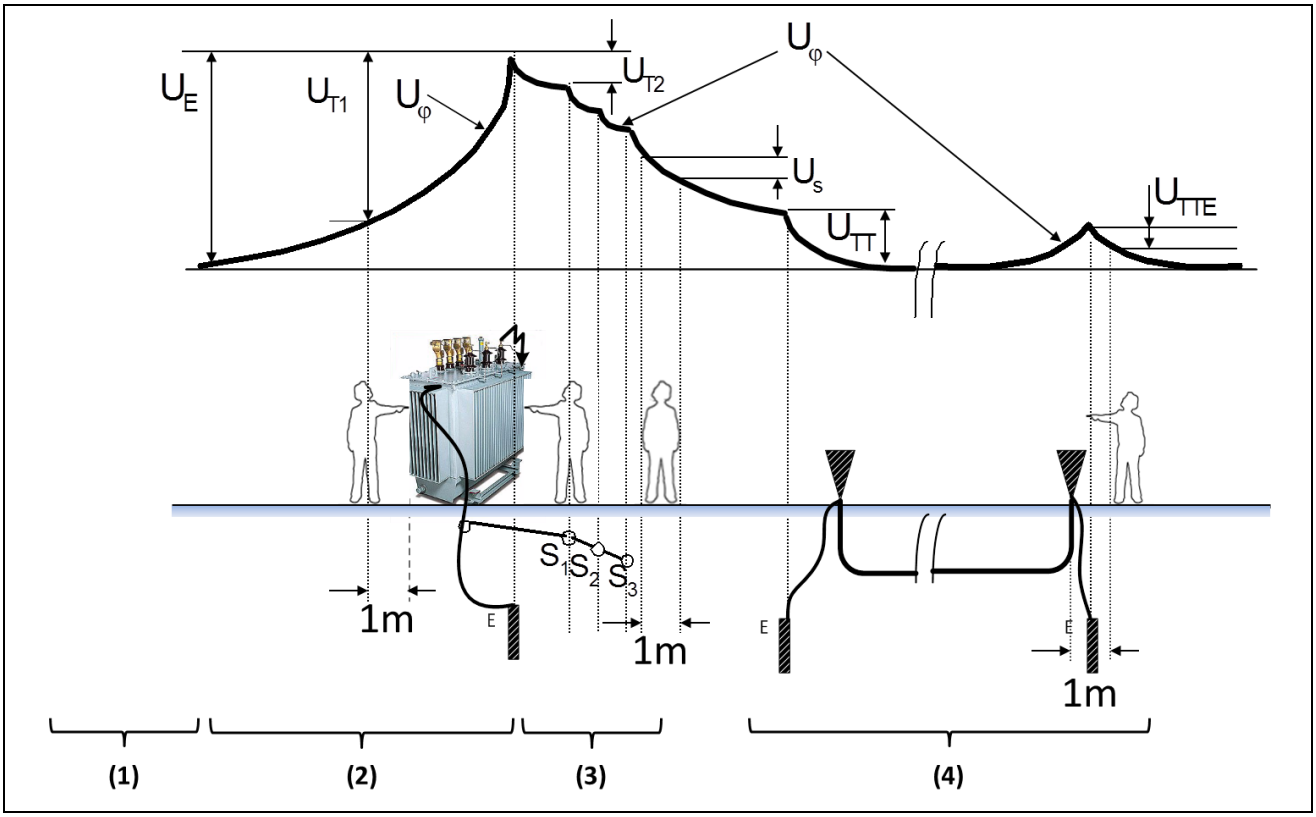
Liaison équipotentielle: une liaison électrique spécialement destinée à mettre au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et/ou des éléments conducteurs étrangers.

Câble avec effet de terre: conducteur nu ou partie métallique de la gaine d'un câble, qui par son contact avec la terre, se comporte comme une prise de terre.

Elévation du potentiel de terre U_E: tension présente entre une installation de mise à la terre et la terre neutre (de référence) par suite d'un courant de défaut à la terre.

Potentiel de surface de la terre U_t: tension entre un point du sol et la terre neutre (de référence) qui résulte d'un courant de défaut.

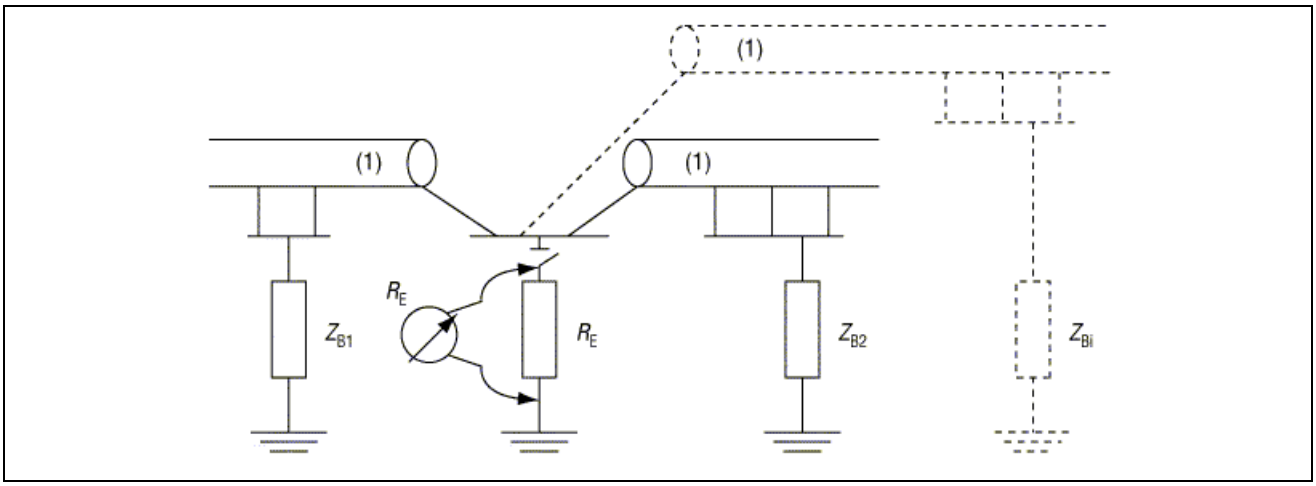
Figure 2.12. Exemple montrant la variation du potentiel de surface et les tensions lorsque des courants circulent dans les prises de terre



E prises de terre
S_1, S_2, S_3 prises de terre additionnelles permettant de limiter les différences de potentiel (par exemple, prises de terre en boucle reliées à la prise de terre E)
U_E élévation du potentiel de terre
U_S tension de pas
U_T tension de contact par rapport à la terre
U_φ potentiel de surface de la terre
(1) terre de référence (à distance suffisante)
(2) variation du potentiel de surface et des tensions sans fixation de potentiel
(3) variation du potentiel de surface et des tensions avec fixation de potentiel via S_1, S_2 et S_3…
(4) câble avec une gaine continue isolée qui comporte des parties métalliques ou un conducteur de protection. Ces derniers sont raccordés à la mise à la terre située dans une zone de dispersion de la prise de terre HT et sont ou non reliés à la terre à l'autre extrémité.

Résistance de terre R_E (résistance de dispersion d'une prise de terre): résistance entre la prise de terre et la terre de référence.

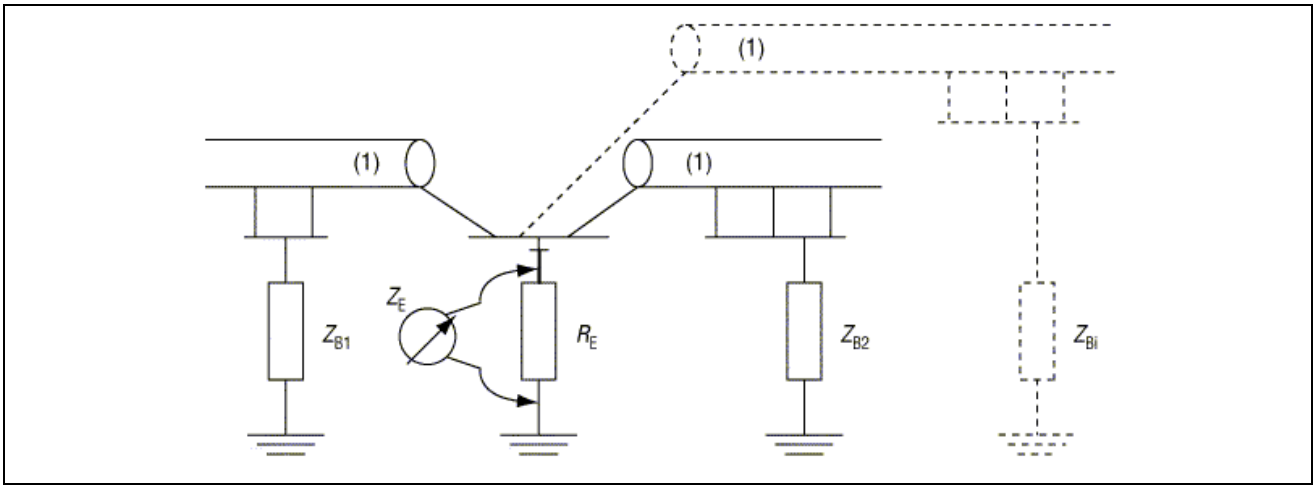
Figure 2.13. Résistance de terre R_E



(1) Câble HT

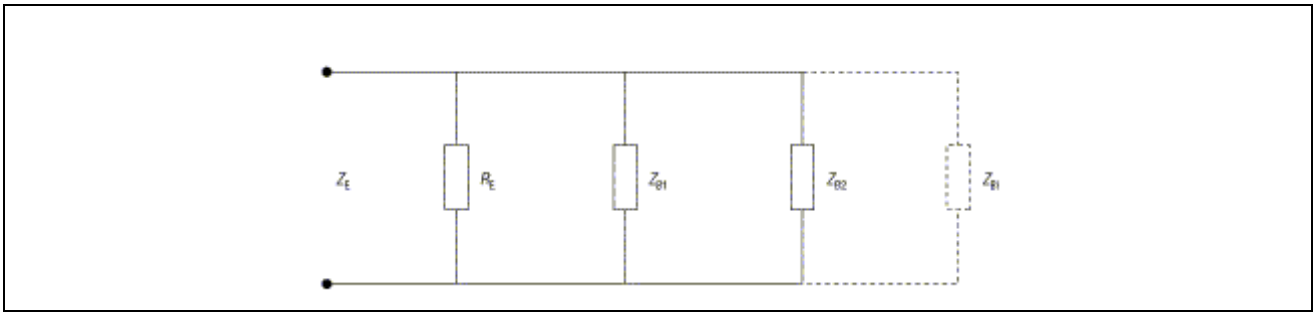
Impédance de terre Z_E: impédance entre l'installation de mise à la terre, éventuellement interconnectée avec d'autres installations de mise à la terre, et la terre de référence.

Figure 2.14. Impédance de terre Z_E



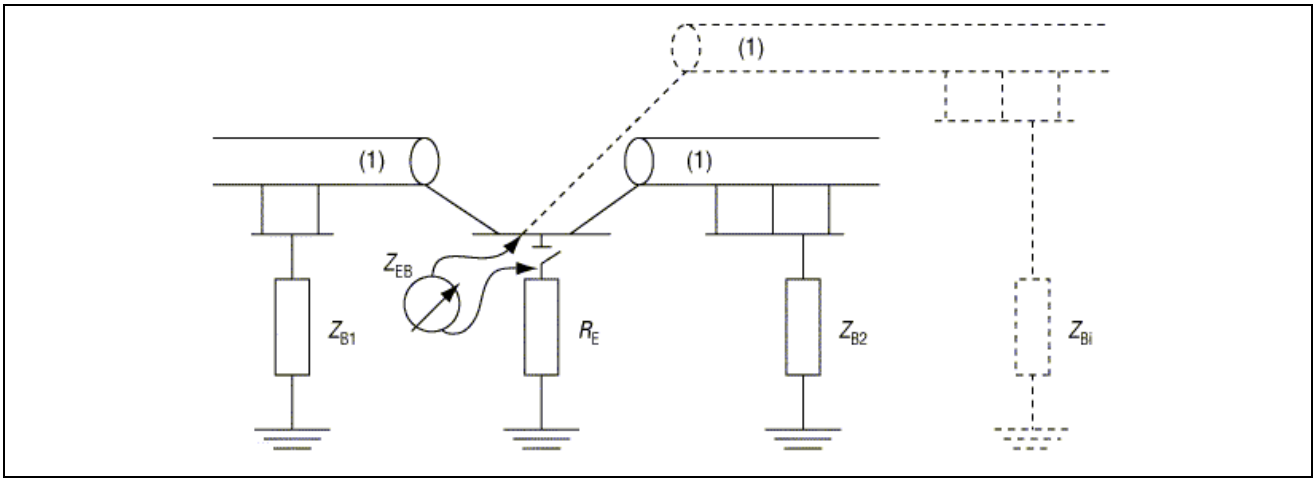
(1) Câble HT

Figure 2.15. Schéma équivalent de l'impédance de terre Z_E



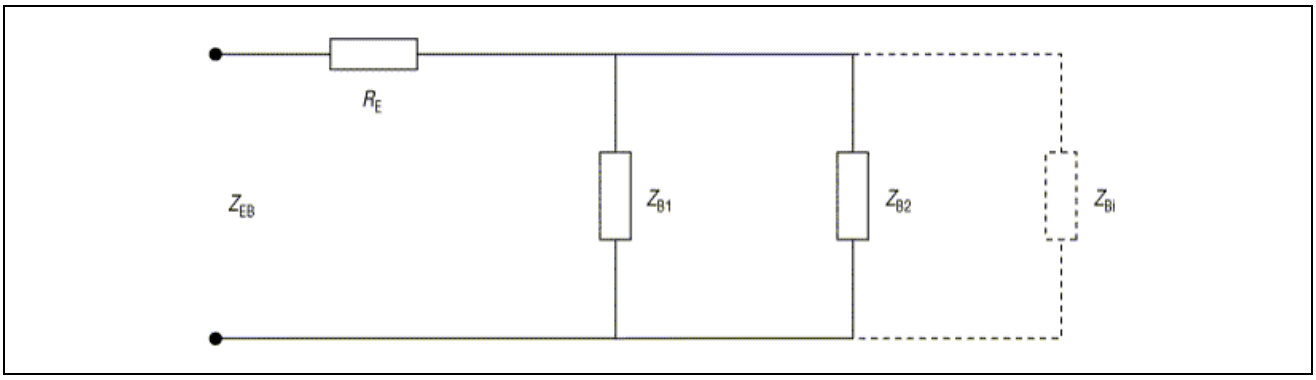
Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}: impédance du circuit formé par la résistance R_E de la prise de terre en série avec l'impédance Z_B que constituent tous les autres chemins de retour à la terre.

Figure 2.16. Impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}



(1) Câble HT

Figure 2.17. Schéma équivalent de l'impédance de boucle d'une prise de terre Z_{EB}



Chapitre 2.6. Circuits électriques

Section 2.6.1. Termes généraux

Sous-section 2.6.1.1. Généralités

Circuit élémentaire: portion d'une installation électrique comprise entre deux dispositifs successifs de protection contre les surintensités (circuit principal ou circuit divisionnaire) ou existant en aval du dernier de ces dispositifs (circuit terminal).

Circuit: ensemble constitué de un ou plusieurs circuits élémentaires.

Circuit de sécurité: circuit qui relie la source de sécurité au(x) consommateur(s) de sécurité.

Circuit critique: circuit qui relie la source normale et/ou la source de remplacement au(x) consommateur(s) critique(s).

Sous-section 2.6.1.2. En basse tension et en très basse tension

Origine du circuit: on entend par l'origine du circuit, soit l'origine de la canalisation électrique, soit l'endroit où change la section, la nature ou la constitution de la canalisation électrique ainsi que son mode de pose.

Section 2.6.2. Courants

Courant périodique: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à des intervalles de temps égaux appelés *périodes*.

Courant alternatif: courant périodique dont la moyenne est nulle; par extension, dans ce Livre, tout courant ou tension qui au cours de chaque période change de signe.

Courant continu: courant qui se reproduit identiquement à lui-même à chaque instant ou courant périodique qui, au cours de chaque période ne change pas de signe.

Courant nominal: la valeur conventionnelle du courant d'après laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement du dispositif de protection, le courant de réglage étant à considérer comme courant nominal pour les dispositifs de protection réglables (I_n).

Courant admissible d'un conducteur: la valeur constante du courant que peut supporter, dans les conditions d'utilisation, un conducteur sans que sa température de régime permanent soit supérieure à la valeur spécifiée (I_Z).

Courant d'emploi d'un circuit: courant à prendre en considération pour le choix des caractéristiques des éléments du circuit (I_B).En régime continu, le courant d'emploi correspond à la plus grande intensité transportée par le circuit en service normal. En régime variable, on considère le courant thermiquement équivalent qui, en régime continu, porte les éléments du circuit à la même température.

Surintensité: pour une machine ou un appareil électrique, tout courant supérieur au courant nominal; pour un conducteur, tout courant supérieur au courant admissible I_Z.

Court-circuit: défaut franc ou d'impédance négligeable.

Courant de court-circuit: surintensité produite par un court-circuit.

Courant de surcharge: surintensité survenant dans un circuit électriquement sain.

Courant différentiel résiduel: somme algébrique des valeurs instantanées des courants parcourant tous les conducteurs actifs d'un circuit en un point de l'installation électrique ($I_{\Delta n}$).

Courant de court-circuit effectif: la valeur du courant de court-circuit calculée ou mesurée en tenant compte du pouvoir limiteur du dispositif de protection et de toutes les impédances du circuit en amont du défaut.

Section 2.6.3. Transformateurs à basse tension

Transformateur à enroulements séparés: transformateur dont les enroulements primaires et secondaires sont électriquement séparés en vue de limiter les risques de danger en cas de contact simultané accidentel avec la masse et les parties actives ou parties métalliques pouvant devenir actives en cas de défaut d'isolement, l'isolation entre les enroulements primaires et secondaires assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une isolation principale (*sous-section 2.4.2.2.*).

Transformateur de séparation des circuits: transformateur dont les enroulements primaires et secondaires sont électriquement séparés en vue de limiter les risques de danger en cas de contact simultané accidentel avec la masse et les parties actives ou parties métalliques pouvant devenir actives en cas de défaut d'isolement, l'isolation entre enroulements primaires et secondaires assure un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à celui de la double isolation (*sous-section 2.4.2.2.*).

Transformateur de sécurité: transformateur de séparation des circuits destiné à alimenter un ou plusieurs circuits à très basse tension de sécurité.

Section 2.6.4. Caractéristiques des dispositifs de protection

Sous-section 2.6.4.1. Généralités

Pouvoir de coupure: la valeur du courant que le dispositif de protection est capable d'interrompre sous une tension spécifiée et dans des conditions prescrites d'emploi et de fonctionnement.

Intégrale de Joule de fonctionnement: du point de vue du circuit protégé par un coupe-circuit à fusible ou un disjoncteur, la valeur de l'intégrale de Joule pour la durée de fonctionnement du coupe-circuit à fusible ou du disjoncteur est à considérer en tant qu'énergie spécifique, c'est-à-dire l'énergie dissipée en chaleur dans une portion du circuit ayant une résistance de 1 Ω.

Intégrale de Joule caractéristique d'un fusible: courbe donnant les valeurs maximales de $I^2 \cdot t$ (de pré arc ou de fonctionnement suivant le cas) en fonction de la valeur du courant présumé et pour les conditions de fonctionnement déterminées.

Courant d'intersection: valeur limite supérieure de la surintensité pour laquelle le fonctionnement du dispositif de protection d'accompagnement, associé à un disjoncteur dans le même circuit ne peut se produire, étant empêché par l'exécution de l'opération de coupure amorcée par le disjoncteur.

Sous-section 2.6.4.2. En basse tension et en très basse tension

Courant différentiel résiduel de fonctionnement: la valeur du courant différentiel résiduel provoquant le fonctionnement d'un dispositif de protection.

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont classés en quatre catégories selon la sensibilité de l'appareil, à savoir:
- les dispositifs de faible sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 1000 mA;
- les dispositifs de sensibilité moyenne pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 30 mA et inférieure ou égale à 1000 mA; les valeurs normalisées de ces courants de fonctionnement sont de 100, 300, 500 et 1000 mA;
- les dispositifs à haute sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est supérieure à 10 mA et au plus égale à 30 mA;
- les dispositifs à très haute sensibilité pour lesquels la valeur du courant de fonctionnement est au plus égale à 10 mA.

Courant conventionnel de fonctionnement: la valeur spécifiée du courant à partir et au-dessus de laquelle le dispositif de protection fonctionne dans un délai déterminé (I_f).

Courant conventionnel de non-fonctionnement: la valeur spécifiée du courant qui peut être supporté par le dispositif de protection pendant un temps donné sans provoquer son fonctionnement (I_{nf}).

Pour les coupe-circuit à fusible, ce courant est appelé le courant conventionnel de non-fusion.

Pour les disjoncteurs, il est appelé le courant conventionnel de non-déclenchement, ce courant étant supérieur au courant nominal ou de réglage et le temps conventionnel variant suivant le type et le courant nominal mais étant toujours au moins égal à 1 heure.

Intégrale de Joule caractéristique d'un disjoncteur: courbe donnant les valeurs maximales de $I^2 \cdot t$ (relatives à la durée de coupure) mesurées dans les conditions les plus défavorables de l'instant de la coupure du court-circuit en fonction du courant présumé, dans des conditions spécifiées de fonctionnement.

Chapitre 2.7. Canalisations

Section 2.7.1. Termes généraux

Sous-section 2.7.1.1. Généralités

Conducteur électrique (dénommé dans ce Livre *conducteur)*: un corps nu ou isolé destiné à assurer le passage d'un courant électrique.

Canalisation électrique: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques isolés, câbles, fils ou jeux de barres et les éléments assurant leur fixation et, le cas échéant, leur protection mécanique.

Conducteur isolé: ensemble comprenant l'âme, son enveloppe isolante et ses écrans éventuels.

Intégrale de Joule caractéristique de tenue sur court-circuit d'un conducteur isolé: valeur de l'intégrale de Joule correspondant à la quantité d'énergie nécessaire pour faire passer la température du conducteur de la valeur admise en régime établi à la valeur limite admissible par échauffement adiabatique, lors du passage d'un courant de court-circuit. Cette valeur est liée aux valeurs correspondantes des dispositifs de protection contre les courts-circuits (fusibles ou disjoncteurs) et varie en fonction de la nature du métal et de l'isolant.

Câble: ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs isolés, leur revêtement individuel éventuel, la protection d'assemblage et le ou les revêtements de protection. Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés.

Câble unipolaire: câble comportant un seul conducteur isolé.

Gaine (d'un câble): revêtement extérieur continu et uniforme en matériau métallique ou non métallique, généralement extrudé.

Connexion: terme général désignant toute liaison électrique destinée à assurer la continuité électrique entre deux ou plusieurs systèmes conducteurs (conducteurs, éléments conducteurs, appareils, appareillages...).

Jonction: connexion de deux extrémités de conducteurs.

Dérivation: connexion d'une ou plusieurs canalisations électriques (dites *canalisations électriques dérivées*) en un point d'une autre canalisation électrique (dite *canalisation électrique principale*).

Armure d'un câble: une partie du revêtement constitué par des rubans (feuillards) ou des fils métalliques destinés à protéger le câble contre les actions mécaniques extérieures.

Ecran de protection: une enveloppe conductrice entourant un ou plusieurs conducteurs munis d'une enveloppe isolante; cette enveloppe conductrice a une conductance linéique fixée par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN.

Tranchée: ouverture réalisée dans un terrain pour y poser des câbles et rebouchée après leur pose.

Lignes ou câbles de télécommunication: on entend par lignes ou câbles de télécommunication les lignes ou câbles servant exclusivement à la téléphonie, à la télégraphie, à la télésignalisation, aux télémesures, aux télécommandes, à la télédistribution (y compris l'alimentation des amplificateurs) et en général à la transmission d'informations ou de données ainsi qu'à tout système de télécommunication de quelque nature qu'il soit.

Ligne aérienne: ensemble d'une installation servant au transport de l'énergie électrique, constituée de supports, de conducteurs d'énergie éventuellement fixés à des isolateurs et éventuellement de conducteurs de terre ou de conducteurs de garde.

Terne: ensemble des 3 conducteurs d'énergie d'une ligne aérienne triphasée; une ligne aérienne peut comporter un ou plusieurs ternes.

Support: poteau en bois, en béton ou en métal profilé, pylône métallique tubulaire, en treillis de cornières ou de tubes, ferrures, soit tout élément qui soutient les conducteurs, éventuellement par l'intermédiaire d'isolateurs.

Isolateur: pièce servant à supporter les conducteurs et à les isoler électriquement entre eux et par rapport à la terre.

Support d'arrêt: support capable de maintenir une portée, même en cas de rupture accidentelle de tous les conducteurs de la portée contiguë.

Support d'extrémité: support capable de maintenir la dernière portée d'une ligne (c'est-à-dire sans portée contiguë).

Hauban: élément mécanique ne pouvant travailler qu'en traction par constitution, reliant le support à un point fixe tel qu'une construction voisine ou un massif d'ancrage en vue d'en renforcer la stabilité.

Câble ou conducteur isolé installé séparément: un câble ou un conducteur isolé qui est installé à une distance supérieure ou égale à 20 mm de tout autre câble ou conducteur isolé.

Câble ou conducteur isolé installé en faisceau ou en nappe: un câble ou un conducteur isolé qui n'est pas installé séparément.

Sous-section 2.7.1.2. En basse tension et en très basse tension

Canalisation préassemblée: ensemble de conducteurs présentant un isolement renforcé à haute résistance aux intempéries. La canalisation préassemblée pour réseau est composée de conducteurs de phase, d'un élément porteur pouvant servir de neutre et éventuellement de conducteurs d'éclairage public; les conducteurs de phase et d'éclairage public sont torsadés autour du porteur, ce dernier étant placé longitudinalement au centre du faisceau. La canalisation préassemblée pour branchements est composée:
- de plusieurs conducteurs torsadés ensemble dont un peut servir de conducteur neutre;
- éventuellement, d'un élément porteur.

Canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II:
- soit un câble électrique de classe II qui ne comporte aucun revêtement conducteur, qu'il s'agisse d'une gaine, d'une armure ou de tout autre revêtement, que ce revêtement soit extérieur ou recouvert lui-même d'une gaine en matière isolante;
- soit une canalisation électrique, qui ne répond pas aux critères de la classe II, mais présente une sécurité suffisante du fait de son utilisation particulière.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent classer par arrêté les canalisations électriques comme ayant une sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle des appareils de classe II et ce, chacun en ce qui le concerne.

Elément porteur: un fil ou un toron de fils, intégré ou non dans une canalisation préassemblée, assurant à lui seul la résistance mécanique à la traction de cette canalisation préassemblée.

Connecteur: ensemble destiné à relier électriquement un câble souple à une machine ou à un appareil électrique, il se compose de deux parties:
- une prise mobile de connecteur, faisant corps avec le câble souple d'alimentation ou destinée à lui être

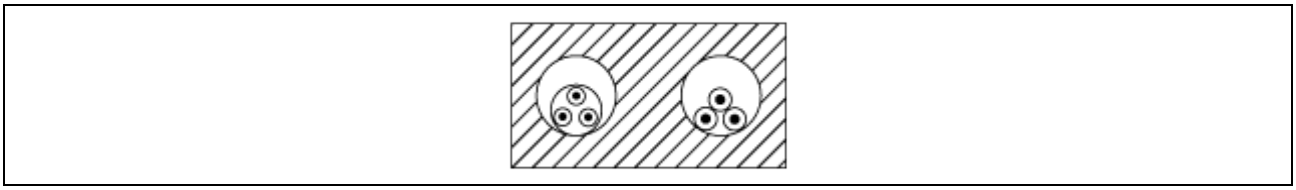
reliée;
- un socle de connecteur incorporé ou fixé à la machine ou à l'appareil d'utilisation mobile.

Section 2.7.2. Modes de pose

Sous-section 2.7.2.1. Généralités

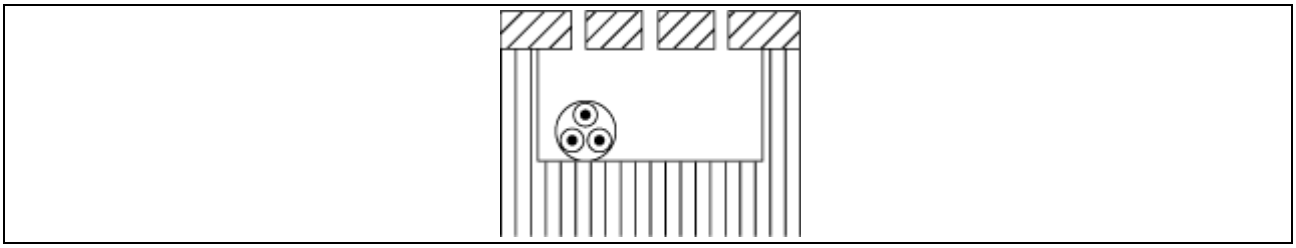
Bloc alvéolé: matériel de pose constitué d'éléments en matériau compact (tel que du béton) dans lesquels sont réservés des vides pour le passage de câbles.

Figure 2.18. Mode de pose «bloc alvéolé»



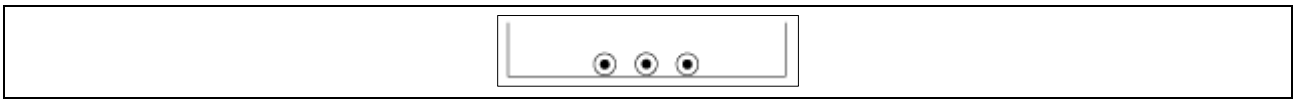
Caniveau ou gaine de sol: enceinte ou canal, situé au-dessous du niveau du sol ou plancher et dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler: lorsqu'il peut être fermé, les câbles doivent être accessibles sur toute leur longueur.

Figure 2.19. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol»



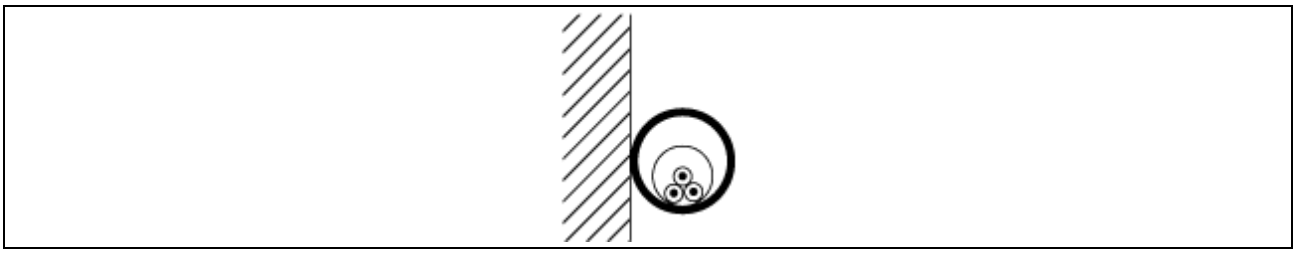
Chemin de câbles: matériel de pose constitué d'éléments profilés, pleins ou perforés, destinés à assurer le cheminement des câbles.

Figure 2.20. Mode de pose «chemin de câbles»



Conduit: matériel de pose constitué d'éléments tubulaires non ouvrants et conférant aux conducteurs une protection continue.

Figure 2.21. Mode de pose «conduit»



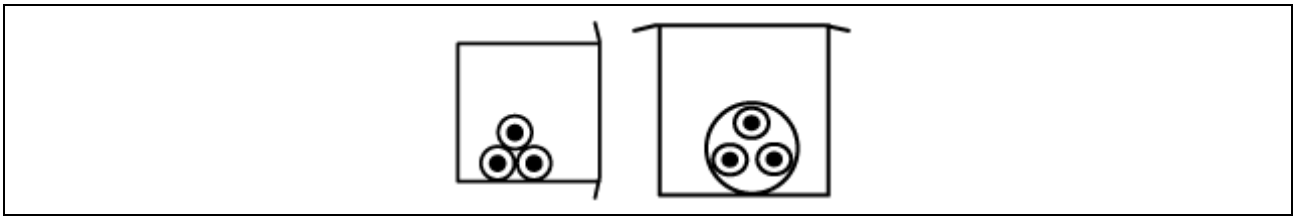
Fourreau (ou buse): élément entourant une canalisation électrique et lui conférant une protection complémentaire dans des traversées de paroi (mur, cloison, plancher, plafond) ou dans des parcours enterrés.

Gaine: enceinte au-dessus du niveau du sol, dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler et telle que les câbles soient accessibles sur toute leur longueur. Une gaine peut être incorporée ou non à la construction.

Galerie: enceinte dont les dimensions sont telles que les personnes puissent y circuler.

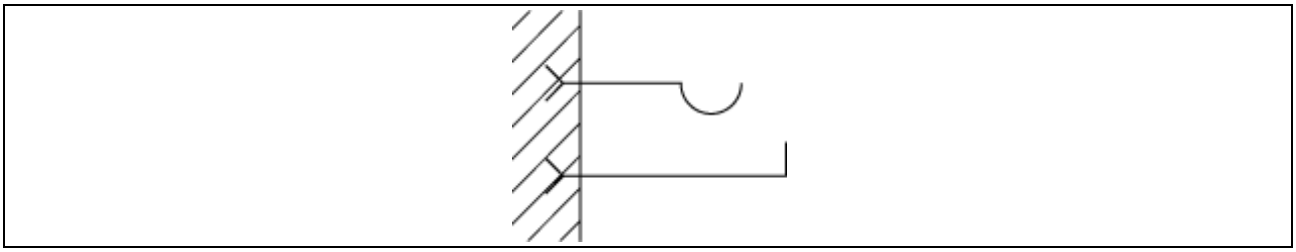
Goulotte: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à contenir des conducteurs ou des câbles, et fermé par un couvercle démontable.

Figure 2.22. Mode de pose «goulotte»



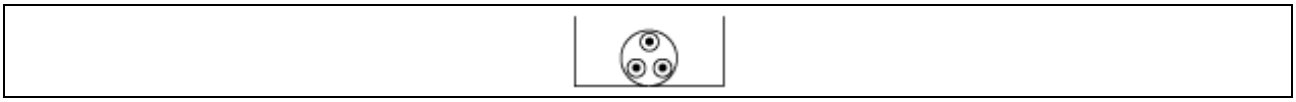
Corbeau: pièce fixée à une paroi à l'une de ses extrémités et supportant de façon discontinue un câble.

Figure 2.23. Mode de pose «corbeau»



Gouttière: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à supporter des câbles en parcours horizontal et ouvert à sa partie supérieure.

Figure 2.24. Mode de pose «gouttière»

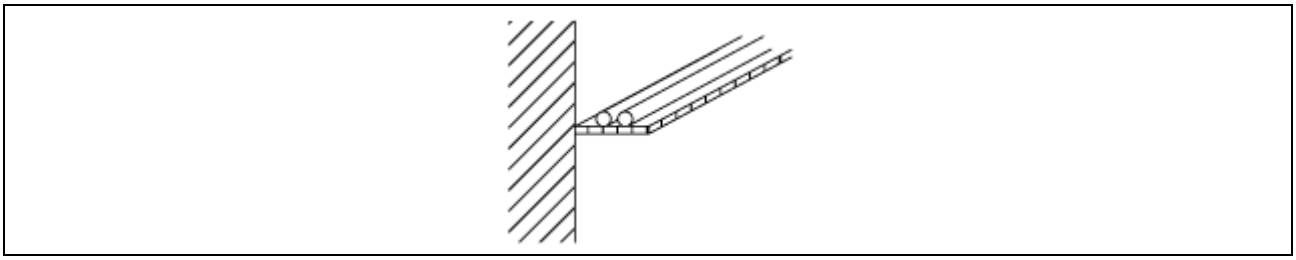


Rainure: entaille longue et étroite pratiquée dans un matériau et accessible sur toute sa longueur.

Saignée: ouverture longue et étroite réalisée dans un matériau de construction pour y placer des conduits ou certains types de canalisations électriques et rebouchée après leur pose.

Tablette: matériel de pose constitué d'un support continu constitué de dalles solidaires d'une paroi verticale et sur lequel sont posés des câbles.

Figure 2.25. Mode de pose «tablette»



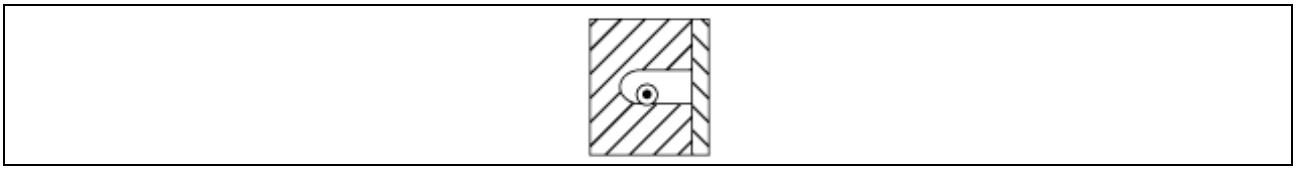
Vide de construction: espace existant dans les parois des bâtiments (murs, chambranles et huisseries ordinaires, cloisons, planchers, plafonds) accessibles seulement à certains emplacements.

Canalisation électrique fixée aux parois: canalisation électrique posée à la surface d'une paroi ou à sa proximité immédiate, cette paroi constituant un moyen de fixation et éventuellement un élément de protection.

Sous-section 2.7.2.2. En basse tension et en très basse tension

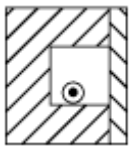
Moulure: matériel de pose constitué par une embase, appelée semelle, comportant des rainures permettant le logement de conducteurs et fermé par un couvercle démontable. Celle-ci peut être profilée décorativement.

Figure 2.26. Mode de pose «moulure»



Plinthe rainurée (ou chambranle): plinthe (ou chambranle) comportant des rainures permettant le logement de conducteurs et éventuellement de câbles, et fermée par un couvercle démontable.

Figure 2.27. Mode de pose «plinthe rainurée (ou chambranle)»



Chapitre 2.8. Matériel

Section 2.8.1. Termes généraux

Sous-section 2.8.1.1. Généralités

Machine ou appareil électrique: engin servant à la production, à la transformation, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique.

Matériel électrique: les machines, appareils et canalisations électriques.
Est également considéré comme matériel électrique un ensemble constitué de machines, d'appareils et canalisations électriques conforme aux normes d'appareillages sous enveloppe, homologuées par le Roi ou enregistrées par le Bureau Belge de Normalisation (NBN).

Supports de lampes à décharge : des tiges ou colliers servant à maintenir les lampes ou tubes autres que ceux maintenant les pièces servant à l'alimentation des lampes.

Sous-section 2.8.1.2. En basse tension

Ensemble d'appareillage à basse tension: combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec les matériels associés de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de régulation,... avec toutes leurs liaisons internes mécaniques et électriques et tous leurs éléments de structures.

Système d'ensemble: gamme complète de composants électriques et mécaniques (enveloppes, jeux de barres, unités fonctionnelles, ...) tels que définis par le constructeur d'origine et pouvant être assemblés selon les instructions du constructeur d'origine en vue de la fabrication de différents ensembles.

Section 2.8.2. Possibilités de déplacement

Sous-section 2.8.2.1. Généralités

Machine ou appareil mobile: machine ou appareil qui est déplacé pendant son fonctionnement ou qui peut être facilement déplacé lorsqu'il est relié au circuit d'alimentation, soit par ses propres moyens, soit hors ou sous tension, par l'utilisateur.

Trolley: dispositif permettant l'alimentation électrique d'une machine ou d'un appareil mobile au moyen de prises par frotteur.

Sous-section 2.8.2.2. En basse tension et en très basse tension

Machine ou appareil portatif (à main): machine ou appareil mobile prévu pour être tenu à la main en usage normal et dont le fonctionnement exige l'action constante de la main comme support ou guide.

Machine ou appareil fixe: machine ou appareil installé à poste fixe, ou qui ne peut pas être déplacé facilement.

Machine ou appareil installé à poste fixe: machine ou appareil qui est scellé ou fixé à un endroit précis.

Machine ou appareil mobile à poste fixe: machine ou appareil fixe n'entrant pas dans la catégorie des appareils installés à poste fixe. Ce sont les machines ou appareils occasionnellement déplacés.

Chapitre 2.9. Sectionnement et commande

Coupure omnipolaire: coupure de tous les conducteurs actifs d'un circuit, y compris le conducteur neutre.

Coupure de sécurité: mesures de sectionnement et de commande non automatiques qui sont utilisées afin d'éviter ou de supprimer des dangers pour les personnes travaillant sur des machines ou appareils alimentés en énergie électrique.

Sectionnement: système destiné à assurer la mise hors tension de tout ou partie d'une installation en séparant l'installation de toute source d'énergie électrique, de manière à assurer la sécurité de personnes travaillant sur ou à proximité des parties entraînant un risque de contact direct.

Coupure pour entretien mécanique: système destiné à couper l'alimentation de parties de matériel alimenté en énergie électrique de façon à éviter des accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs, lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

Coupure électrique d'urgence: système destiné à supprimer aussi rapidement que possible les dangers qui peuvent survenir de façon imprévue. Quand cette mesure est utilisée afin d'arrêter un mouvement dangereux, elle est appelée *arrêt d'urgence*.

Commande fonctionnelle: système destiné à assurer la fermeture, l'ouverture ou la variation de l'alimentation en énergie électrique d'une partie d'une installation ou de machine ou d'appareil d'utilisation électrique, de manière à assurer la commande à des fins de fonctionnement normal.

Commande manuelle: commande d'une manœuvre effectuée par l'intervention humaine directe.

Commande automatique: commande d'une manœuvre effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées.

Chapitre 2.10. Influence externes

Section 2.10.1. Généralités

La classification des influences externes constitue un inventaire aussi exhaustif que possible de toutes les conditions extérieures qui peuvent avoir une influence sur les règles d'installations électriques.

Pour faciliter la classification des différents paramètres, un code alphanumérique a été établi.

Les différents paramètres d'influences externes sont classés en 3 grandes catégories suivant leur rôle, à savoir:
- les *conditions d'environnement* qui sont indépendantes de la nature des installations et des lieux et concernent les phénomènes extérieurs provenant de l'atmosphère, du climat, de la situation et autres conditions du lieu où se trouve l'installation électrique;
- les circonstances d'*utilisation* des lieux intéressés et de l'installation électrique elle-même;
- les conséquences découlant du mode de *construction des bâtiments*, de leur structure et de la nature des matériaux employés.

Tableau 2.5. Catégories d'influences externes

Première lettre du code	***Catégorie***
A	Conditions d'environnement
B	Utilisation
C	Construction des bâtiments

Section 2.10.2. Température ambiante (AA)

Pour caractériser l'influence externe « *température ambiante* », on utilise un code composé des lettres *AA* suivies d'un chiffre allant de 1 à 6 comme le mentionne le *tableau 2.6*.

Tableau 2.6. Influences externes – Température ambiante (AA)

Code	***Température ambiante***	***Conditions***	***Exemples***
AA1	Frigorifique	de -60 °C à +5 °C	Enceintes de congélation…
AA2	Très froid	de -40 °C à +5 °C	Enceintes frigorifiques…
AA3	Froid	de -25 °C à +5 °C	Emplacements extérieurs…
AA4	Tempéré	de -5 °C à +40 °C	Emplacements tempérés…
AA5	Chaud	de +5 °C à +40 °C	Locaux intérieurs…
AA6	Très chaud	de +5 °C à +60 °C	Chaufferies, salles de machines…

Dans des conditions particulières, un code différent peut être employé, voir *tableau 2.7.*

Tableau 2.7. Influences externes – Température ambiante (AA) – Conditions particulières

Code	*Température ambiante*	*Conditions*	*Exemples*
AA7	Froid	de -15 °C à +25 °C	Extérieur des locaux…
AA8	Tempéré	de +5 °C à +30 °C	Locaux habituellement chauffés…

Un local ou un emplacement peut être caractérisé par la combinaison de 2 ou 3 classes de température ambiante: ainsi, par exemple, les emplacements extérieurs peuvent être de classe AA3+5 (de -25 °C à +40 °C) et des fonderies de la classe AA4+6 (de -5 °C à +60 °C).

Section 2.10.3. Présence d'eau (AD)

Pour caractériser l'influence externe « *présence d'eau* », on utilise un code composé des lettres *AD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 8 comme le mentionne le *tableau 2.8.*

Tableau 2.8. Influences externes – Présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Conditions*	*Exemples*
AD1	Présence d'eau négligeable	Généralement aucune trace d'humidité	Locaux secs tels que salles de séjour, chambres, bureaux...
AD2	Temporairement humide	Chutes verticales de gouttes d'eau. Condensation occasionnelle d'humidité ou présence occasionnelle de vapeur d'eau	Locaux temporairement humides tels que certaines cuisines, caves, terrasses couvertes, lieux d'aisance, garages individuels...
AD3	Humides	Ruissellement d'eau sur les parois et sur les sols. Aspersion d'eau. Eau tombant en pluie (max. 60° avec la verticale)	Locaux humides tels que les locaux à poubelles, les sous-stations de vapeur ou d'eau chaude...
AD4	Mouillés	Ruissellement et projections d'eau dans toutes les directions	Lieux mouillés tels que les chantiers, les saunas, les chambres frigorifiques...
AD5	Arrosés	Jets d'eau sous pression dans toutes les directions	Lieux exposés tels que les batteries de douches, les étables, les boucheries...
AD6	Paquets d'eau	Lavage au jet d'eau et paquets d'eau	Jetées, quais, plage...
AD7	Immergés	Profondeur d'eau ≤ 1 m.	Bassins peu profonds tels que ceux des fontaines…
AD8	Submergés	Profondeur d'eau > 1 m.	Bassins profonds…

Section 2.10.4. Présence de corps solides étrangers (AE)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de corps solides étrangers* », on utilise un code composé des lettres *AE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.9.*

Tableau 2.9. Influences externes – Présence de corps solides étrangers (AE)

Code	*Corps solides étrangers*
AE1	Grande dimension
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm
AE3	Petite dimension 1 mm
AE4	Poussières

Section 2.10.5. Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de substances corrosives ou polluantes* », on utilise un code composé des lettres *AF* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4 comme le mentionne le *tableau 2.10.*

Tableau 2.10. Influences externes – Présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Code	*Substances corrosives ou polluantes*	*Conditions*	*Exemples*
AF1	Négligeable	Aucune influence de substances corrosives ou polluantes tant par leur nature que par leur qualité	Locaux d'usage domestique, locaux recevant du public et de façon générale, tous les locaux dans lesquels des produits chimiques ou corrosifs... ne sont ni manipulés, ni traités…
AF2	D'origine atmosphérique	Voisinage des bords de mer, proximité d'établissements produisant d'importantes pollutions	Bâtiments situés au voisinage des industries chimiques, de cimenteries...
AF3	Intermittente ou accidentelle	Actions de courte durée ou accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant	Laboratoires d'usines, laboratoires d'enseignement, garages, chaufferies...
AF4	Permanente	Actions permanentes de produits chimiques, corrosifs ou polluants	Industries chimiques, industries dans lesquelles il est fait usage de produits chimiques ou corrosifs (peintures, chromage, hydrocarbures, matières plastiques...)…

Section 2.10.6. Contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux chocs* », on utilise un code de deux lettres *AG* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 conformément à ce qui suit:

- *AG1:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 1 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-4; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage domestique ou analogue;
- *AG2:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 6 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-7; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions normales d'emploi du matériel pour usage industriel;
- *AG3:* la contrainte correspond à une énergie de choc de 60 J maximum et le degré correspondant de résistance aux chocs est IP XX-11; une telle contrainte est celle qui existe dans des conditions sévères d'emploi du matériel pour usage industriel.

Section 2.10.7. Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Pour caractériser l'influence externe « *contraintes mécaniques dues aux vibrations* », on utilise un code de deux lettres *AH* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3 comme le mentionne le *tableau 2.11*.

Tableau 2.11. Influences externes – Contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Code	*Vibrations*	*Conditions*	*Exemples*
AH1	Faibles	Aucune vibration	Locaux domestiques et, de façon générale, les matériels fixes sans moteur…
AH2	Moyennes	Faibles vibrations	Matériels comportant des moteurs ou des parties mobiles…
AH3	Importantes	Vibrations importantes	Voisinage de tamis vibrants, d'appareils vibrateurs…

Section 2.10.8. Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Pour caractériser l'influence externe « *présence de la flore et/ou moisissures* et celle de la *faune* », on utilise un code constitué respectivement des lettres *AK* et *AL* suivies des chiffres 1 ou 2, comme le mentionne le *tableau 2.12*.

Tableau 2.12. Influences externes – Présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Code	*Flore et faune*	*Conditions*	*Exemples*
Présence de flore et/ou moisissures			
AK1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la flore ou aux moisissures
AK2	Risques	Protection spéciale	Développement nuisible de la végétation ou son abondance
Présence de faune			
AL1	Négligeable	Pas de limitation d'emploi	Absence de risques nuisibles dus à la faune
AL2	Risques	Protection spéciale	Présence d'insectes, d'animaux ou d'oiseaux en quantité nuisible ou de nature agressive

Section 2.10.9. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Pour caractériser l'influence externe « *influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes* », on utilise un code constitué des lettres *AM* suivies des chiffres 1 à 6, comme le mentionne le *tableau 2.13*.

Tableau 2.13. Influences externes – Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM)

Code	*Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisants*
AM1	Absence d'effets nuisibles dus à des courants vagabonds, des radiations électromagnétiques, des rayonnements ionisants ou des courants induits
AM2	Présence nuisible de courants vagabonds
AM3	Présence nuisible de radiations électromagnétiques
AM4	Présence nuisible de rayonnements ionisants
AM5	Influences électrostatiques nuisibles
AM6	Présence nuisible de courants induits

Section 2.10.10. Rayonnements solaires (AN)

Pour caractériser l'influence externe « *rayonnements solaires* », on utilise un code constitué des lettres *AN* suivies des chiffres 1 à 2, comme le mentionne le *tableau 2.14*.

Tableau 2.14. Influences externes – Rayonnements solaires (AN)

Code	*Rayonnements solaires*
AN1	Négligeables
AN2	Rayonnements solaires nuisibles en intensité ou en durée

Section 2.10.11. Compétence des personnes (BA)

Pour caractériser l'influence externe « *compétence des personnes* », on utilise un code composé des lettres *BA* suivi d'un chiffre de 1 à 5 comme indiqué dans le *tableau 2.15*.

Tableau 2.15. Influences externes – Compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Conditions*	*Exemples*
BA1	Ordinaires	Personnes non classifiées ci-après	Locaux à usage domestique ou analogue, locaux recevant du public général...
BA2	Enfants	Enfants se trouvant dans les locaux qui leur sont destinés	Crèches et garderies d'enfants...
BA3	Handicapés	Personnes ne disposant pas de toutes leurs capacités mentales ou physiques	Hospices pour invalides ou vieillards ou aliénés mentaux...
BA4	Averties	Personnes qui: – soit sont suffisamment informées des risques liés à l'électricité pour les travaux qui leur sont confiés – soit sont surveillées de façon permanente par une personne qualifiée (BA5) pendant les travaux qui leur sont confiés afin de réduire les risques électriques au minimum	Agents d'exploitation ou d'entretien des installations électriques...
BA5	Qualifiées	Personnes qui, par leurs connaissances acquises par formation ou par expérience, peuvent évaluer elles-mêmes les risques liés aux travaux à exécuter et peuvent déterminer les mesures à prendre pour éliminer ou limiter au minimum les risques spécifiques y afférents	Ingénieurs, techniciens chargés de l'exploitation des installations électriques...

Section 2.10.12. Etat du corps humain (BB)

Pour caractériser l'influence externe « *humidité de la peau* », on utilise un code composé des lettres *BB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 3, comme le mentionne le *tableau 2.16*.

Tableau 2.16. Influences externes – Etat du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur
BB2	Peau mouillée
BB3	Peau immergée dans l'eau

Section 2.10.13. Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Pour caractériser l'influence externe « *contact des personnes avec le potentiel de terre* », on utilise un code composé des lettres *BC* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.17*.

Tableau 2.17. Influences externes – Contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Code	*Contact des personnes avec le potentiel de terre*	*Conditions*	*Exemples*
BC1	Nuls	Les personnes se trouvent dans les locaux ou emplacements non conducteurs	Locaux dont les sols et les parois sont isolants et ne comportent aucun élément conducteur
BC2	Faibles	Les personnes ne touchent pas normalement des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont isolants ou isolés et contiennent peu d'éléments conducteurs, tels que chambres, salles de séjour des logements d'habitation, bureaux...
BC3	Fréquents	Les personnes sont en contact fréquent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre	Locaux dont les sols et les parois sont conducteurs et comportent de nombreux éléments conducteurs...
BC4	Continus	Les personnes sont en contact permanent avec des éléments conducteurs au potentiel de terre et leurs possibilités de mouvements sont généralement limitées	Enceintes conductrices telles que cuves métalliques, chaudières et réservoirs métalliques...

Section 2.10.14. Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Pour caractériser l'influence externe « *possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence* », on utilise un code composé des lettres *BD* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.18*.

Tableau 2.18. Influences externes – Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence (BD)

Code	Possibilité d'évacuation	Conditions		Exemples
		Densité d'occupation	Conditions d'évacuation	
BD1	Normale	Faible	Faciles	Bâtiments à usage d'habitation, de hauteur inférieure à 25 m…
BD2	Longue	Faible	Difficiles	Bâtiments élevés de hauteur égale ou supérieure à 25 m…
BD3	Encombrée	Importante	Faciles	Etablissements recevant du public…
BD4	Longue et encombrée	Importante	Difficiles	Etablissements recevant du public dans des bâtiments élevés (hauteur supérieure à 25 m)…

Section 2.10.15. Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Pour caractériser l'influence externe « *nature des matières traitées ou entreposées* », on utilise un code composé des lettres *BE* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme le mentionne le *tableau 2.19*.

Tableau 2.19. Influences externes – Nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Code	Nature des matières traitées ou entreposées	Conditions	Exemples
BE1	Risques négligeables	Absence ou quantités négligeables de matières inflammables, explosives ou susceptibles de contaminer	Locaux à usage domestique…
BE2	Risques d'incendie	Traitement ou stockage de matières combustibles et de liquides inflammables à point d'éclair supérieur à 55 °C	Granges, menuiseries, fabriques de papier, chaufferies, parkings, bibliothèques, salles d'archives, réserves magasin...
BE3	Risques d'explosion	Traitement ou stockage de matières explosives ou de liquides inflammables ayant un point d'éclair inférieur ou égal à 55 °C, y compris la présence de poussières explosives	Raffineries, dépôts d'hydrocarbures, dépôts de carburants, dépôts de munitions, fabriques de certaines matières plastiques…
BE4	Risques de contamination	Présence d'aliments, de produits pharmaceutiques non protégés, bris de lampes	Industries alimentaires, grandes cuisines, industries et laboratoires pharmaceutiques…

Section 2.10.16. Matériaux de construction (CA)

Pour caractériser l'influence externe « *matériaux de construction* », on utilise un code composé des lettres *CA* suivies du chiffre 1 ou 2, comme mentionné au *tableau 2.20*.

Tableau 2.20. Influences externes – Matériaux de construction (CA)

Code	Matériaux de construction	Conditions	Exemples
CA1	Matériaux non combustibles	-	-
CA2	Matériaux combustibles	Bâtiments construits principalement en matériaux combustibles	Bâtiments en bois...

Section 2.10.17. Structure des bâtiments (CB)

Pour caractériser l'influence externe « *structure des bâtiments* », on utilise un code composé des lettres *CB* suivies d'un chiffre allant de 1 à 4, comme mentionné au *tableau 2.21.*

Tableau 2.21. Influences externes – Structure des bâtiments

Code	*Structure des bâtiments*	*Conditions*	*Exemples*
CB1	Risques négligeables	Constructions classiques et stables	-
CB2	Propagation d'incendie	Bâtiments dont la forme et les dimensions peuvent faciliter la propagation d'un incendie	Bâtiments élevés Bâtiments dont au moins un compartiment a une surface: - soit supérieure à 2500 m² sur un niveau; - soit supérieure à 1250 m² sur deux niveaux. …
CB3	Mouvements	Risques dus à des mouvements de structure	Bâtiments de grande longueur ou construits sur des terrains non stabilisés de telle sorte qu'il puisse en résulter des déplacements entre différentes parties du bâtiment ou entre le bâtiment et le sol…
CB4	Flexibles ou instables	Constructions fragiles ou pouvant être soumises à des mouvements et à des oscillations	Tentes, faux plafonds, cloisons démontables, structures gonflables…

Chapitre 2.11. Travaux et vérification

Section 2.11.1. Travaux aux installations électriques

Travaux: toute forme de travaux où il y a un danger électrique. Il peut s'agir de travaux électriques et non électriques et de travaux d'exploitation.

Travaux électriques: travaux sur, avec ou dans l'environnement d'une installation électrique (tels que essais et mesures, réparations, nettoyage d'accessoires électriques, remplacements, modifications, extensions et entretien...) et qui concernent directement l'installation électrique.

Travaux non électriques: travaux dans l'environnement d'une installation électrique (tels que terrassements, travaux de construction, d'élagage, de nettoyage, de peinture...) et qui ne concernent pas directement l'installation électrique.

Travaux d'exploitation: travaux de manœuvre, de commande et de contrôle aux installations électriques.

Travaux de manœuvre et de commande les manœuvres et commandes ont pour but de changer l'état électrique d'une installation électrique, pour utiliser un équipement, pour connecter, déconnecter, mettre en route ou arrêter des équipements. Ceci s'applique aussi aux séparations ou aux reconnexions des installations dans le but de l'exécution de travaux.

Travaux de contrôle*:* les contrôles peuvent comprendre:
- des contrôles visuels;
- des essais;
- des mesures.

Les contrôles ont pour but de vérifier la configuration, l'état d'entretien ou la conformité d'une installation électrique.

Les essais comprennent toutes les activités conçues pour vérifier le fonctionnement ou l'état électrique, mécanique ou thermique d'une installation électrique. Les essais comprennent également les activités destinées par exemple à tester l'efficacité des protections électriques et des circuits de sécurité.

Les mesures comprennent toutes les activités destinées à la mesure de grandeurs physiques dans une installation électrique.

Travaux sous tension: travaux au cours desquels une personne entre en contact avec des pièces nues sous tension ou pénètre dans la zone sous tension soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs.

Travaux au voisinage de pièces sous tension: travaux au cours desquels une personne pénètre dans la zone de voisinage soit avec une partie de son corps soit avec des équipements de travail ou dispositifs, sans pénétrer dans la zone sous tension.

Travaux hors tension: travaux sur des installations électriques qui ne sont ni sous tension ni chargées électriquement, réalisés après avoir pris toutes mesures pour prévenir le risque électrique.

Chargé des travaux: personne désignée pour diriger des travaux.

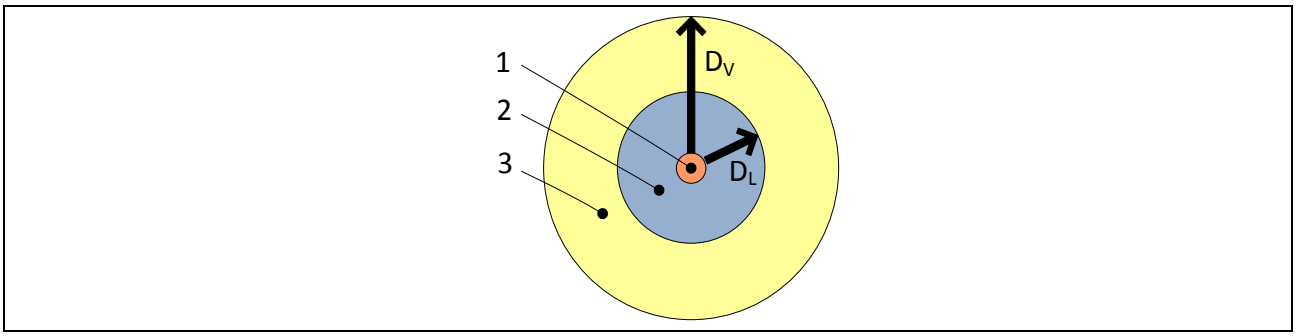
Chargé de l'installation: personne désignée pour assumer la responsabilité de l'exploitation de l'installation électrique. Cette responsabilité peut être déléguée en partie à d'autres personnes si nécessaire.

Zone de travail: *e*space dans lequel les travaux sont réalisés.

Zone de voisinage: espace délimité entourant la zone sous tension comme défini dans les trois figures et dans le tableau ci-dessous.

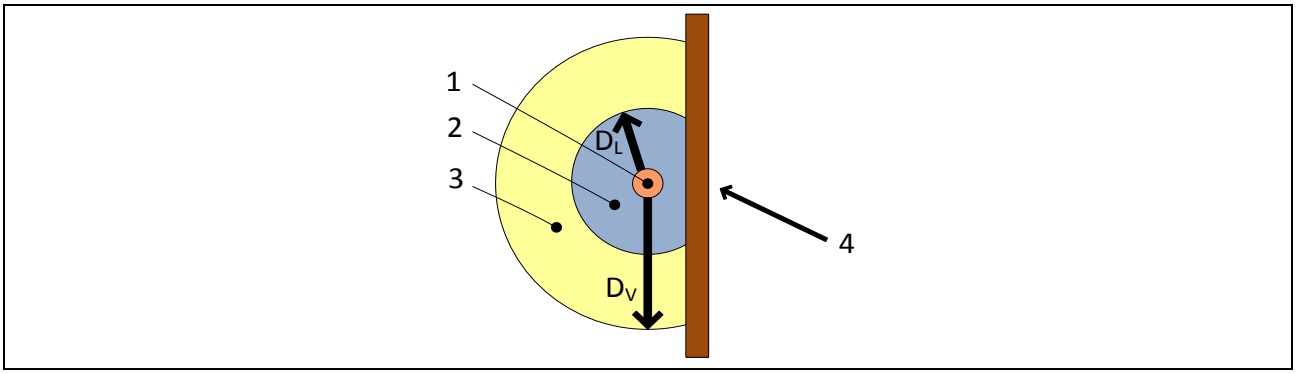
Zone sous tension: espace délimité entourant les pièces actives nues sous tension comme défini dans les *figures 2.28.* à *2.30.* et dans le *tableau 2.22.*

Figure 2.28. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage



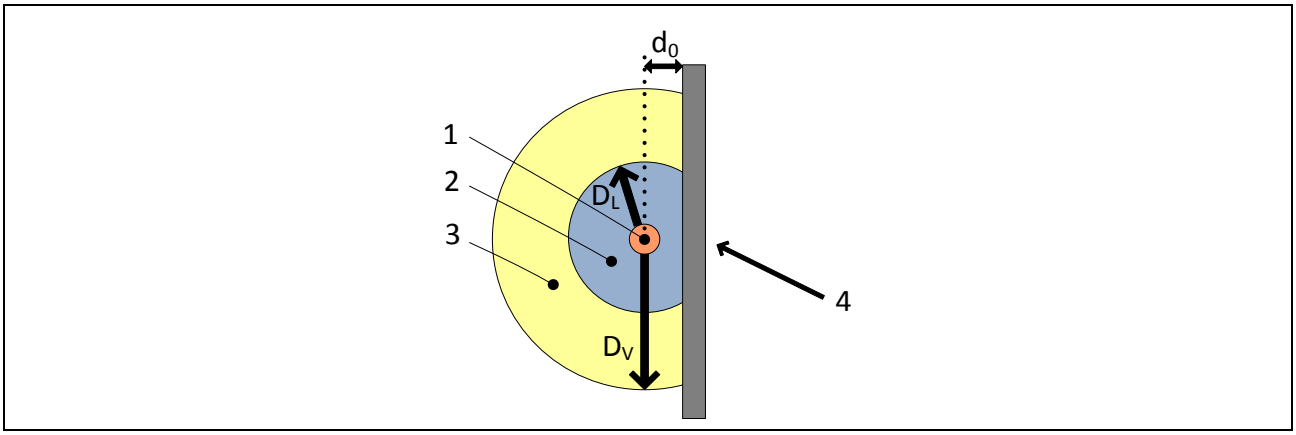
1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Figure 2.29. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur isolant permettant d'éviter l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Figure 2.30. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre



1: pièce active nue sous tension
2: zone sous tension
3: zone de voisinage
4: surface extérieure du dispositif protecteur métallique mis à la terre, faisant partie intégrante de l'installation électrique, permettant d'éviter l'accès à la zone sous tension et/ou zone de voisinage
d_0: distance minimale suivant le *point e.2.* de la *sous-section 4.2.2.1.*
D_L: distance définissant la limite extérieure de la zone sous tension
D_V: distance définissant la limite extérieure de la zone de voisinage

Tableau 2.22. Valeurs des distances D_L et D_V

Tension nominale du réseau U_N [kV] (valeur efficace)	Distance D_L définissant la limite extérieure de la zone sous tension [mm]	Distance D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage [mm]
≤1	pas de contact	500
3	120	1120
6	120	1120
10	150	1150
15	160	1160
20	220	1220
30	320	1320
36	380	1380
45	480	1480
60	630	1630
70	750	1750
110	1000	2000
132	1100	3100
150	1200	3200
220	1600	3600
275	1900	3900
380	2500	4500
480	3200	6200
700	5300	8300

Note 1: les valeurs intermédiaires de D_L et D_V peuvent être déterminées par interpolation linéaire.
Note 2: pour les installations à courant continu, les mêmes distances peuvent être utilisées en se référant aux valeurs de la tension nominale du réseau.

Section 2.11.2. Vérification des installations électriques

Organisme agréé: organisme de contrôle chargé des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques.

Agent-visiteur: la personne couverte par une habilitation d'un organisme agréé, qui effectue les contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou les visites de contrôle.

Contrôle de conformité avant mise en usage: contrôle de conformité des installations électriques prévu au *chapitre 6.4.*

Visite de contrôle: contrôle des installations électriques prévu au *chapitre 6.5.*

Visite de routine: visite des installations électriques à haute tension prévue à la *section 9.1.2.*

Mise en usage: la première mise à disposition d'une installation électrique à des fins d'exploitation.

Modification importante ou extension importante: modification ou extension d'une installation électrique qui a un impact supplémentaire (pas encore couvert par un contrôle de conformité) sur la sécurité des personnes ou des biens.

Chapitre 2.12. Schémas, plans et documents des installations électriques

Plan schématique: schéma ou description de l'installation électrique.

Document des influences externes: document qui indique les influences externes à prendre en considération dans les différents lieux.

Plan de zonage: plan qui indique les lieux dans lesquels il peut exister un danger d'explosion. Ces lieux sont divisés en différentes zones conformément aux prescriptions du présent Livre.

Rapport de zonage: document qui reprend les données sur lesquelles la détermination des zones et leur étendue est basée, les conclusions et la justification de celles-ci.

Plan d'évacuation: plan qui indique la division et la destination des lieux, la localisation des limites des compartiments, l'emplacement des lieux présentant un danger d'incendie accru, l'emplacement des sorties, des sorties de secours, des lieux de rassemblement après évacuation et le tracé des voies d'évacuation.

Liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile: liste qui reprend les lieux dont leur évacuation peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie.

Plan des installations de sécurité: plan qui reprend les locaux et les compartiments et qui indique:
- la position des sources de sécurité non-intégrées;
- la position des circuits de sécurité;
- la position des consommateurs de sécurité;
- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits de sécurité.

Plan des installations critiques: plan qui reprend les locaux et qui indique:
- la position des circuits critiques;
- la position des consommateurs critiques;

et si des mesures particulières en cas de perte de la source normale et/ou d'incendie sont d'application:
- la position des sources de remplacement non-intégrées;
- les compartiments et leur résistance au feu;
- le cheminement et la longueur par compartiment des circuits critiques.

Les installations critiques peuvent être reprises sur le plan des installations de sécurité à condition que les installations de sécurité et les installations critiques soient repérées sur ce plan de façon à éviter toute confusion.

Liste des installations de sécurité et/ou critiques: liste qui reprend:
- le type d'installations de sécurité et/ou d'installations critiques;
- le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité et/ou de chaque consommateur critique (si d'application pour les consommateurs critiques);
- les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité et/ou des installations critiques.

Plan des canalisations souterraines (plan de câbles): plan qui indique la localisation des canalisations électriques souterraines.

Partie 3. Détermination des caractéristiques générales des installations électriques

CHAPITRE 3.1. GÉNÉRALITÉS **43**
Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation **43**
Section 3.1.2. Plan schématique **43**
Sous-section 3.1.2.1. En basse tension et en très basse tension 43
Sous-section 3.1.2.2. En haute tension 43
Section 3.1.3. Repérage des circuits **43**
Sous-section 3.1.3.1. En basse tension et en très basse tension 43
Sous-section 3.1.3.2. En haute tension 44
CHAPITRE 3.2. ALIMENTATION ET STRUCTURES **44**
Section 3.2.1. Puissance d'alimentation **44**
Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre en basse tension et en très basse tension **44**
Sous-section 3.2.2.1. Introduction 44
Sous-section 3.2.2.2. Mises à la terre en schéma TN 44
Sous-section 3.2.2.3. Mises à la terre en schéma TT 45
Sous-section 3.2.2.4. Mises à la terre en schéma IT 45
Section 3.2.3. Types de schémas de mise à la terre en haute tension **46**
Section 3.2.4. Alimentation **46**
Section 3.2.5. Division des installations **46**
Sous-section 3.2.5.1. Objet 46
Sous-section 3.2.5.2. Absence de séparation électrique 46
CHAPITRE 3.3. COMPATIBILITÉ **46**
Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations **46**
Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique **46**
Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues **47**
CHAPITRE 3.4. INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ **47**
Section 3.4.1. En basse tension et en très basse tension **47**
Section 3.4.2. En haute tension **47**
CHAPITRE 3.5. INSTALLATIONS CRITIQUES **47**
Section 3.5.1. En basse tension et en très basse tension **47**
Section 3.5.2. En haute tension **48**

Chapitre 3.1. Généralités

Section 3.1.1. Détermination des caractéristiques de l'installation

La détermination des caractéristiques suivantes de l'installation est effectuée conformément aux chapitres indiqués:
- l'utilisation prévue de l'installation, sa structure générale et ses alimentations (*chapitre 3.2.*);
- les influences externes auxquelles l'installation est soumise (*chapitre 2.10.*);
- la compatibilité du matériel électrique de l'installation (*chapitre 3.3.*).

Ces caractéristiques sont à prendre en considération pour le choix des mesures de protection pour assurer la sécurité (*partie 4.*), le choix et la mise en œuvre du matériel (*partie 5.*) et le respect des règles spécifiques (*partie 7.)*.

Le niveau d'isolement d'une installation électrique doit être tel qu'elle puisse supporter sans dommage les contraintes électriques prévisibles en régime normal.

Section 3.1.2. Plan schématique

Sous-section 3.1.2.1. En basse tension et en très basse tension

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique ou d'une description mentionnant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la nature et la constitution des circuits principaux;
- l'emplacement et les caractéristiques des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits principaux.

Ce plan schématique ou cette description est tenu à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

Si d'application, le plan schématique ou la description mentionné(e) ci-avant est complété(e) d'un/d'une:

- liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile;
- plan des installations de sécurité et/ou des installations critiques;
- liste des installations de sécurité et/ou critiques.

Sous-section 3.1.2.2. En haute tension

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique et d'une description indiquant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la puissance de court-circuit maximale prévisible dans l'état normal des réseaux de distribution à l'endroit de l'installation;
- la nature et la constitution des circuits;
- les caractéristiques et les réglages des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits;
- la situation des prises de terre.

Ce plan schématique et cette description sont tenus, sur place, à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

Si d'application, le plan schématique et la description mentionnés ci-avant sont complétés d'un/d'une:

- liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile;
- plan des installations de sécurité et/ou des installations critiques;
- liste des installations de sécurité et/ou critiques.

Section 3.1.3. Repérage des circuits

Sous-section 3.1.3.1. En basse tension et en très basse tension

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection des circuits principaux sont repérés de manière claire et visible par un affichage individuel qui permet l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou modifications ou extensions de l'installation.

Pour permettre l'identification des câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications qui sont répétées de distance en distance.

Les systèmes de supports qui présentent en combinaison avec des canalisations électriques la caractéristique FR2 ou une caractéristique équivalente à FR2, sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui reprend leur poids admissible par mètre courant.

Des prescriptions particulières pour les installations de sécurité et critiques sont prévues à la *section 5.6.8.* (installations de sécurité) et à la *sous-section 5.7.2.5.* (installations critiques).

Sous-section 3.1.3.2. En haute tension

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection sont repérés de manière claire et visible par des indications en matériaux durables qui permettent l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou modifications ou extensions de l'installation.

Pour permettre l'identification de câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications répétées de distance en distance.

Dans les lieux du service électrique, les tensions nominales sont affichées de manière apparente en des endroits judicieusement choisis.

Les systèmes de supports qui présentent en combinaison avec des canalisations électriques la caractéristique FR2 ou une caractéristique équivalente à FR2, sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui reprend leur poids admissible par mètre courant.

Chapitre 3.2. Alimentation et structures

Section 3.2.1. Puissance d'alimentation

La détermination de la puissance d'alimentation est essentielle pour une conception économique et sûre d'une installation dans les limites de température et de chute de tension.

En déterminant la puissance d'alimentation d'une installation ou d'une partie de celle-ci, il peut être tenu compte des facteurs de simultanéité et d'utilisation des récepteurs.

Section 3.2.2. Types de schémas de mise à la terre en basse tension et en très basse tension

Sous-section 3.2.2.1. Introduction

Les types de schémas de mise à la terre suivants sont pris en considération dans le cadre du présent Livre :

- le schéma TN (et ses variantes);
- le schéma TT;
- le schéma IT.

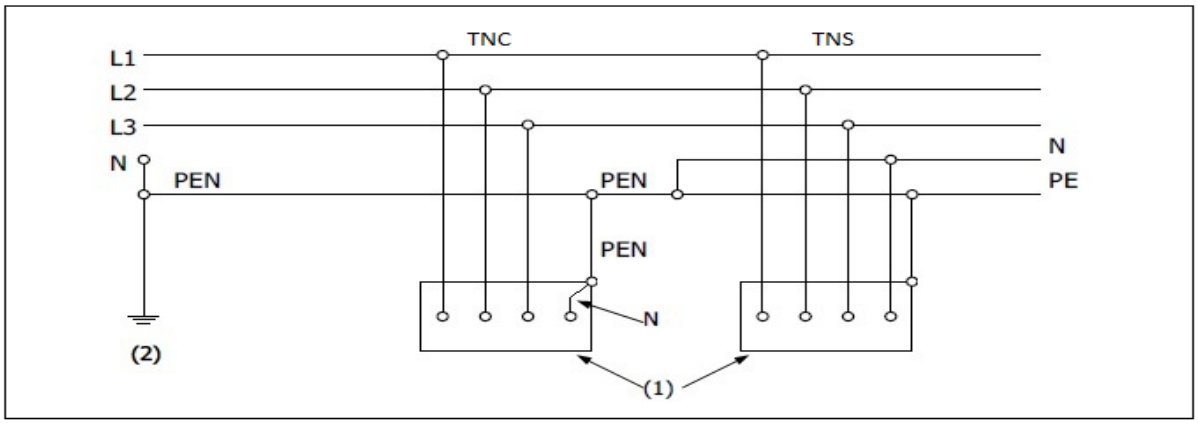
Sous-section 3.2.2.2. Mises à la terre en schéma TN

Un point de l'alimentation, comme par exemple le point neutre de chaque génératrice ou transformateur, est mis à la terre. Le conducteur de protection est relié à ce point neutre et installé dans tout le réseau de distribution. Lorsque le point neutre n'est ni disponible, ni accessible, un conducteur de phase de chaque génératrice ou transformateur est mis à la terre. Dans ce cas, le conducteur de phase correspondant et le conducteur de protection sont distincts.

Le conducteur de protection est mis à la terre à proximité de chaque génératrice ou transformateur. De plus, il est mis à la terre en des points multiples, répartis aussi régulièrement que possible, pour s'assurer que le potentiel du conducteur de protection demeure, en cas de défaut, aussi proche que possible de celui de la terre.

Les masses du matériel électrique sont reliées au conducteur de protection visé ci-avant.

Figure 3.1. Schéma TN-C-S



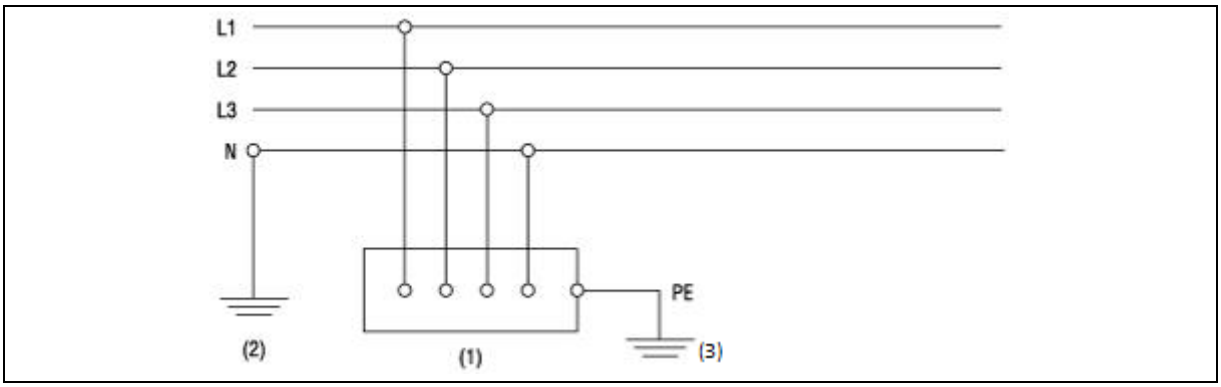
(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation

Sous-section 3.2.2.3. Mises à la terre en schéma TT

Un point de l'alimentation, comme par exemple le point neutre de chaque génératrice ou transformateur, est mis à la terre. Si le point neutre n'existe pas ou s'il n'est pas accessible, un conducteur de phase de chaque génératrice ou transformateur est mise à la terre. Il peut en être de même du conducteur correspondant du réseau de distribution.

Les masses du matériel électrique sont reliées, soit individuellement, soit en groupes, soit ensemble, à une ou plusieurs prises de terre indépendantes de celles visées ci-avant.

Figure 3.2. Schéma TT



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Prise de terre de la masse

Sous-section 3.2.2.4. Mises à la terre en schéma IT

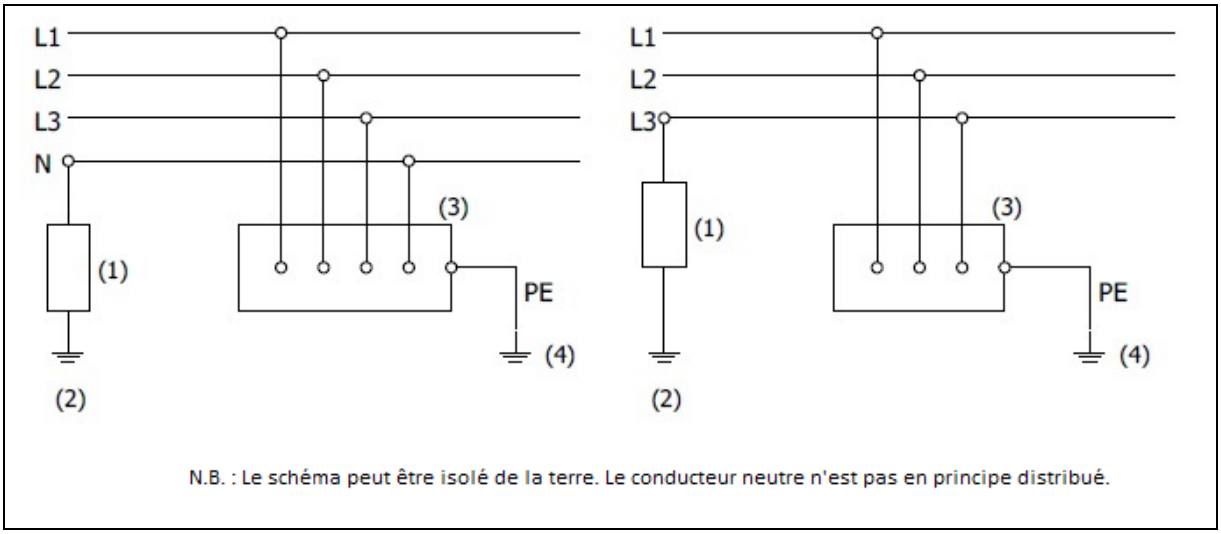
Le point neutre n'est pas mis à la terre ou l'est par l'intermédiaire d'une impédance suffisamment élevée. Aucun conducteur actif n'est relié directement à la terre. Un point de l'installation peut cependant être relié à la terre à travers une impédance appropriée. Un neutre artificiel peut être relié à la terre à travers une impédance appropriée. Un neutre artificiel peut être directement relié à la terre si l'impédance homopolaire a une valeur satisfaisante. Afin de réduire les surtensions et d'amortir les oscillations de potentiel de l'installation par rapport à la terre, on peut prévoir des mises à la terre supplémentaires par l'intermédiaire d'impédances ou de points neutres artificiels, leurs caractéristiques étant appropriées à celles de l'installation.

Le conducteur neutre éventuel est isolé et installé dans les mêmes conditions qu'un conducteur de phase.

Les masses du matériel électrique sont mises à la terre, soit individuellement soit par groupes, soit ensemble. Toutefois, les masses qui sont simultanément accessibles sont reliées au même conducteur de protection.

Dans les installations électriques dont les parties actives ne sont pas reliées directement à la terre, le matériel électrique alimenté entre phase et neutre est choisi de manière telle que son isolation corresponde au moins à la tension entre phases.

Figure 3.3. Schéma IT



(1) Impédance (installée ou non)
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Masse
(4) Prise de terre de la masse

Section 3.2.3. Types de schémas de mise à la terre en haute tension

Les ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent déterminer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les définitions des schémas de mise à la terre pour les installations à haute tension.

Section 3.2.4. Alimentation

Les caractéristiques suivantes de l'alimentation doivent être déterminées :
- nature du courant et fréquence;
- valeur de la tension nominale;
- valeur du courant de court-circuit présumé, à l'origine de l'installation;
- possibilité de satisfaire aux besoins de l'installation (p.ex.: puissance nécessaire, nécessité d'une alimentation de secours…).

Section 3.2.5. Division des installations

Sous-section 3.2.5.1. Objet

L'installation électrique est divisée, si nécessaire, en plusieurs circuits pour limiter les conséquences d'un défaut ainsi que pour faciliter la recherche des défauts, les contrôles et l'entretien.

Ces circuits sont conçus et réalisés de façon qu'ils ne puissent pas être alimentés involontairement par un autre circuit.

Sous-section 3.2.5.2. Absence de séparation électrique

Lorsque le circuit est alimenté à partir d'un réseau à tension plus élevée par des appareils sans séparation électrique, tels que autotransformateurs, potentiomètres, dispositifs semi-conducteurs..., le circuit ainsi alimenté est considéré comme faisant partie du réseau d'alimentation.

Chapitre 3.3. Compatibilité

Section 3.3.1. Indépendance de l'installation électrique vis-à-vis des autres installations

Les installations électriques et non électriques sont disposées de manière à éviter toute influence mutuelle dangereuse.

Section 3.3.2. Indépendance des parties de l'installation électrique

Lorsque les machines, appareils et canalisations électriques parcourus par des courants de nature ou de tensions différentes sont groupés en un même lieu ou en un même ensemble d'appareillage, tous les

appareils, machines, canalisations et appareils de commande électriques appartenant à un même genre de courant ou à une même tension sont séparés des autres, dans toute la mesure du possible. Ils sont en outre repérés conformément aux *sections 3.1.3.* et *5.1.6.*

Des dispositions appropriées, d'après les règles de l'art, sont prises pour que le fonctionnement et la manœuvre du matériel électrique ne puissent avoir des effets nuisibles sur d'autres machines, appareils ou canalisations électriques ou sur la source d'alimentation.
Ces effets concernent notamment:
- les surtensions transitoires;
- les courants de démarrage;
- les courants harmoniques;
- les composantes continues;
- les oscillations à haute fréquence;
- les courants de fuite;
- la fourniture de courant au réseau d'alimentation par certains appareils ou certaines machines de l'installation.

Section 3.3.3. Installations de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues

Toute installation de télécommunication, de commande, de signalisation et analogues est pourvue des dispositifs nécessaires à garantir la prévention des risques dus aux influences mutuelles entre ces installations et les autres installations électriques, du point de vue de la protection contre les chocs électriques, l'incendie et les effets thermiques ainsi que du point de vue du fonctionnement satisfaisant (compatibilité), par exemple:
- séparation suffisante entre les câbles de télécommunication et les autres canalisations;
- schémas de mise à la terre communs ou séparés suivant les besoins de fonctionnement;
- choix et réalisation du câblage et des matériels fixes de télécommunication.

La référence au fonctionnement satisfaisant (compatibilité) vise les précautions à prendre contre les interférences mutuelles autres que les perturbations radio-électriques entre les télécommunications et les autres installations.

Le choix et la réalisation des matériels de télécommunication sont considérés uniquement du point de vue de leur sécurité et de leur compatibilité par rapport aux autres installations électriques.

Concernant l'alimentation en énergie de ces installations, les mesures de sécurité électrique et de garantie de fonctionnement ainsi que définies soit dans la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme sont d'application.

Chapitre 3.4. Installations de sécurité

Section 3.4.1. En basse tension et en très basse tension

Des prescriptions pour les installations de sécurité sont reprises au *chapitre 5.6.*

Section 3.4.2. En haute tension

Les installations de sécurité et leurs temps de maintien de la fonction sont déterminés sur base d'une analyse des risques par l'exploitant ou son délégué et figurent sur un ou plusieurs plans des installations de sécurité. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Chapitre 3.5. Installations critiques

Section 3.5.1. En basse tension et en très basse tension

Des prescriptions pour les installations critiques sont reprises au *chapitre 5.7.*

Section 3.5.2. En haute tension

Les installations critiques et leurs temps de maintien de la fonction (lors de l'utilisation d'une source de remplacement éventuelle en cas de perte de la source normale) sont déterminés sur base d'une analyse des risques par l'exploitant ou son délégué et figurent sur un ou plusieurs plans des installations critiques. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Partie 4. Mesures de protection

CHAPITRE 4.1. INTRODUCTION 55

CHAPITRE 4.2. PROTECTION CONTRE LES CHOCS ÉLECTRIQUES 55

Section 4.2.1. Généralités 55

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc 55

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés 55

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct 55

Sous-section 4.2.2.1. Modes de protection 55

Sous-section 4.2.2.2. Dans les lieux ordinaires 60

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux du service électrique 61

Sous-section 4.2.2.4. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux 63

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect en basse tension et en très basse tension 64

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en basse tension et en très basse tension 64

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre en basse tension et en très basse tension 65

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive en basse tension et en très basse tension sans coupure automatique de l'alimentation 65

Sous-section 4.2.3.4. Protection active en basse tension et en très basse tension avec coupure automatique de l'alimentation et avertissement éventuel 69

Section 4.2.4. Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en BT et TBT 76

Sous-section 4.2.4.1. Domaine d'application 76

Sous-section 4.2.4.2. Influences externes 76

Sous-section 4.2.4.3. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects en basse tension et en très basse tension 76

Section 4.2.5. Protection contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension 77

Sous-section 4.2.5.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en haute tension 77

Sous-section 4.2.5.2. Installation de mise à la terre en haute tension 78

Sous-section 4.2.5.3. Protection passive contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension 78

Sous-section 4.2.5.4. Protection active avec coupure automatique de l'alimentation en haute tension 80

Sous-section 4.2.5.5. Application des mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension 81

Section 4.2.6. Prévention des chocs électriques par contact indirect suite à la propagation du potentiel 81

Sous-section 4.2.6.1. Généralités 81

Sous-section 4.2.6.2. Mesures à prendre 81

Section 4.2.7. Mesures de protection en très basse tension 82

Sous-section 4.2.7.1. Alimentation en très basse tension (TBT) 82

Sous-section 4.2.7.2. Installations électriques en très basse tension fonctionnelle (TBTF) 83

Sous-section 4.2.7.3. Installations électriques en très basse tension de sécurité (TBTS) et en très basse tension de protection (TBTP) 83

Sous-section 4.2.7.4. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTP 84

Sous-section 4.2.7.5. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTS 85

CHAPITRE 4.3. PROTECTION CONTRE LES EFFETS THERMIQUES 85

Section 4.3.1. Généralités 85

Sous-section 4.3.1.1. Principes 85

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques 85
Sous-section 4.3.1.3. Influences externes 86
Section 4.3.2. Protection contre les brûlures 86
Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible 86
Sous-section 4.3.2.2. Installation du matériel électrique 86
Section 4.3.3. Protection contre l'incendie 87
Sous-section 4.3.3.1. Généralités 87
Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques 87
Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu 87
Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles 88
Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie 90
Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru 91
Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie 92
Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive 95
CHAPITRE 4.4. PROTECTION ÉLECTRIQUE CONTRE LES SURINTENSITÉS 95
Section 4.4.1. Généralités 95
Sous-section 4.4.1.1. Principe 95
Sous-section 4.4.1.2. Surintensités 95
Sous-section 4.4.1.3. Dispositif de protection commun en basse tension et en très basse tension 95
Sous-section 4.4.1.4. Dispositifs de protection placés en série en basse tension et en très basse tension 95
Sous-section 4.4.1.5. Courant admissible dans les canalisations électriques 96
Sous-section 4.4.1.6. Réseaux de distribution et de transport 96
Sous-section 4.4.1.7. Branchements des utilisateurs de réseau 96
Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension 96
Sous-section 4.4.2.1. Dispositif de protection contre les courts-circuits 96
Sous-section 4.4.2.2. Emplacement des dispositifs de protection 97
Section 4.4.3. Protection contre les courts-circuits en haute tension 97
Sous-section 4.4.3.1. Principe 97
Sous-section 4.4.3.2. Pouvoir de coupure 97
Sous-section 4.4.3.3. Puissance de court-circuit 98
Sous-section 4.4.3.4. Courant de court-circuit 98
Section 4.4.4. Protection contre les surcharges en basse et très basse tension 98
Sous-section 4.4.4.1. Principe 98
Sous-section 4.4.4.2. Dispositif de protection contre les surcharges 98
Sous-section 4.4.4.3. Dispenses 98
Sous-section 4.4.4.4. Canalisations électriques raccordées en parallèle 99
Section 4.4.5. Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension 99
Sous-section 4.4.5.1. Coupure du conducteur affecté 99
Sous-section 4.4.5.2. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre non distribué 99
Sous-section 4.4.5.3. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre distribué 99
Sous-section 4.4.5.4. Schéma IT avec conducteur neutre distribué 99
Sous-section 4.4.5.5. Conducteur PEN 100
Sous-section 4.4.5.6. Ordre de coupure des conducteurs de phase et du neutre 100
Section 4.4.6. Protection contre les surcharges en haute tension 100
Sous-section 4.4.6.1. Principe 100
Sous-section 4.4.6.2. Exceptions 100
CHAPITRE 4.5. PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS 100

Section 4.5.1. Principe général 100
Section 4.5.2. En basse tension et en très basse tension 101
Sous-section 4.5.2.1. Précautions d'installation 101
Sous-section 4.5.2.2. Limiteurs de surtensions en schéma IT 101
Sous-section 4.5.2.3. Conduits communs aux conducteurs d'énergie et de télécommunication 101
CHAPITRE 4.6. PROTECTION CONTRE CERTAINS AUTRES EFFETS 101
Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension 101
Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques 101
Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination 102
Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements 102

Chapitre 4.1. Introduction

Des mesures sont prises pour assurer la protection des personnes et des biens, dans les domaines suivants:
- protection contre les chocs électriques (*chapitre 4.2.*);
- protection contre les effets thermiques (*chapitre 4.3.*);
- protection contre les surintensités (*chapitre 4.4.*);
- protection contre les surtensions (*chapitre 4.5.*);
- protection contre les baisses de tension (*section 4.6.1.*);
- protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques (*section 4.6.2.*);
- protection contre les risques de contamination (*section 4.6.3.*);
- protection contre les risques dus aux mouvements involontaires ou au démarrage intempestif (*section 4.6.4.*).

Chapitre 4.2. Protection contre les chocs électriques

Section 4.2.1. Généralités

Sous-section 4.2.1.1. Courant de choc

Un courant de choc dangereux peut traverser le corps humain si les conditions suivantes sont remplies:
1. le corps humain sert d'élément conducteur dans un circuit fermé;
2. les parties actives du matériel électrique ou les masses ou les éléments conducteurs étrangers se trouvent à des potentiels différant l'un de l'autre;
3. l'intensité du courant est suffisamment élevée ou la durée du passage du courant électrique dans le corps est suffisamment longue eu égard à son intensité pour produire des effets physiopathologiques dangereux.

Les mesures de protection contre les chocs électriques visent à empêcher la réalisation de l'une au moins de ces trois conditions. On distinguera les mesures actives des mesures passives selon que ces mesures entraîneront ou non la coupure du courant.

Sous-section 4.2.1.2. Domaines de tension autorisés

Tous les domaines de tension sont admis pour l'alimentation du matériel électrique dans les lieux ordinaires et les lieux du service électrique.

Toutefois, dans les unités d'habitation, l'alimentation en très basse tension et en basse tension de 1ère catégorie est seule autorisée.

Section 4.2.2. Protection contre les chocs électriques par contact direct

Sous-section 4.2.2.1. Modes de protection

a. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs est réalisée soit lors de la construction même du matériel électrique, soit lors de son installation.

Le contact avec des parties actives non protégées du matériel électrique est rendu impossible ou difficile:
- soit au moyen d'enveloppes;
- soit par isolation;
- soit par éloignement;
- soit au moyen d'obstacles.

b. Protection au moyen d'enveloppes

b.1. En basse tension et en très basse tension

La protection au moyen d'enveloppes contre les chocs électriques par contacts directs est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces enveloppes satisfont aux conditions suivantes:
1. l'efficacité de la protection est assurée par la nature, l'étendue, la disposition, la stabilité, la solidité et éventuellement les propriétés isolantes des enveloppes, compte tenu des contraintes auxquelles ces enveloppes sont normalement exposées;
2. l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes extérieures ou de leurs parties constitutives n'est possible que si au moins l'une des conditions suivantes est respectée:
   - les enveloppes ne doivent pouvoir être ouvertes ou enlevées sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
   - un dispositif de verrouillage interdit l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes, tant que les parties actives non protégées situées à l'intérieur et qui peuvent être fortuitement touchées en l'absence de cette protection n'ont pas été mises hors tension;
   - il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'ouverture ou de l'enlèvement d'enveloppes;
   - il existe un ou des écrans intérieurs qui répondent aux conditions reprises sous 1) ci-dessus et qui sont disposés de telle façon qu'aucune partie active non protégée ne puisse être touchée fortuitement tant que les enveloppes sont ouvertes ou enlevées. Le ou les écrans sont fixés à demeure ou se mettent en place automatiquement; ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

Toutefois, pour effectuer des travaux occasionnels (par exemple, réglage ou réarmement de l'appareillage de réglage, remplacement des fusibles), l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes extérieures ou de leurs parties constitutives est autorisé sans utiliser d'outil ou de clé pour autant que les conditions suivantes soient remplies:
- toutes les parties actives à l'intérieur des enveloppes relèvent du domaine de la basse tension 1ère catégorie;
- les travaux ne peuvent être effectués que par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5);
- les parties faisant l'objet de l'intervention sont conçues et montées de telle façon que les travaux peuvent être effectués en toute sécurité;
- la liberté de mouvement nécessaire aux opérations est telle que la protection contre le contact fortuit des parties actives dangereuses est garantie. Lorsque la liberté de mouvement est trop réduite, la protection contre le contact fortuit doit être réalisée à l'aide d'obstacles.

b.2. En haute tension

La protection au moyen d'enveloppes contre les chocs électriques par les contacts directs est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces enveloppes satisfont aux conditions suivantes:
1. l'efficacité de la protection est assurée par la nature, l'étendue, la disposition, la stabilité, la solidité et éventuellement les propriétés isolantes des enveloppes compte tenu des contraintes auxquelles elles sont normalement exposées;
2. les enveloppes sont constituées de métal ou de matière isolante. Dans ce dernier cas, des mesures sont, si nécessaire, prises pour prévenir les effets nuisibles des courants de fuite et des charges électrostatiques;
3. l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes ou de leurs parties constitutives n'est possible que si au moins l'une des conditions suivantes est respectée:
   - les enveloppes ne doivent pouvoir être enlevées ou ouvertes qu'à l'aide d'un outil ou d'une clef;
   - un dispositif de verrouillage interdit l'ouverture ou l'enlèvement d'enveloppes tant que les parties actives non protégées situées à l'intérieur et qui peuvent être fortuitement touchées en l'absence de cette protection n'ont pas été mises hors tension;
   - il y a mise hors tension automatique de toutes les parties actives non protégées qui peuvent être fortuitement touchées au moment de l'ouverture ou l'enlèvement des enveloppes;
   - il existe un ou des écrans intérieurs qui répondent aux conditions reprises sous le *point 1.* ci-dessus et qui sont disposés de telle façon que les parties actives non protégées ne puissent être fortuitement touchées tant que les enveloppes sont ouvertes ou enlevées. Le ou les écrans sont fixés à demeure ou se mettent en place automatiquement; ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

c. Protection par isolation

La protection par isolation contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les parties actives sont recouvertes d'un matériau isolant fixé ou maintenu en place de manière permanente et qui empêche tout contact avec ces parties actives. Cette isolation ne peut être enlevée que par destruction.

d. Protection par éloignement

d.1. Généralités

La protection par éloignement contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue:
- soit, lorsque les parties actives non protégées sont installées ou disposées à l'extérieur du volume d'accessibilité;
- soit, lorsqu'à l'intérieur du volume d'accessibilité, il n'y a pas de parties et pièces simultanément accessibles se trouvant à des potentiels dont la différence est supérieure aux tensions limites conventionnelles absolues (*sous-section 2.4.1.1.*).

Si la surface de circulation ou de travail n'est pas délimitée dans le sens horizontal de par sa disposition propre, elle l'est par au moins un élément matériel rigide qui est capable de s'opposer au passage fortuit d'une personne et dont la partie supérieure se trouve à une hauteur comprise entre 1 m et 1,20 m du sol.

d.2. En haute tension

La distance d_1 (voir sous-section *2.4.1.1.*) du volume d'accessibilité doit être maintenue en toute circonstance entre la surface sur laquelle se tiennent, circulent ou travaillent des personnes et les parties actives, y compris les isolateurs. Dans les lieux exclusifs du service électrique, la distance entre la partie isolante de l'isolateur et la surface de circulation est de minimum 2,5 m.

e. Protection au moyen d'obstacles

e.1. En basse tension et en très basse tension

La protection au moyen d'obstacles contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les obstacles empêchent une approche fortuite des parties actives non protégées.

Les obstacles sont tels que leur efficacité est assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité, leur solidité et éventuellement leurs propriétés isolantes compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement exposés.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer par arrêté les dimensions minimales des obstacles et ce, chacun en ce qui le concerne.

e.2. En haute tension

e.2.1. Généralités

Cette méthode de protection est applicable à l'appareillage à haute tension non inclus dans des ensembles préfabriqués.

La protection au moyen d'obstacles, contre les chocs électriques par contacts directs, est obtenue lorsque les parties actives non protégées sont entourées de manière que tout contact avec ces parties soit rendu impossible.

Ces obstacles sont constitués de métal et/ou de matière isolante. Ils satisfont aux mêmes conditions que celles prévues au *point b.2.* pour les enveloppes.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer par arrêté les dimensions minimales des obstacles et ce, chacun en ce qui le concerne.

Les obstacles sont, en outre, écartés des parties actives non protégées par la distance déterminée à la sous-section *5.1.3.2.*

Cette distance peut néanmoins être réduite de 20 % si:
- l'installation est raccordée à un réseau à haute tension dont la tension nominale entre phases est supérieure à 50 kV et dont le point neutre est mis à la terre de façon directe et permanente;
- l'installation est raccordée à un réseau de câbles souterrains dont la tension nominale entre phases est supérieure à 50 kV.

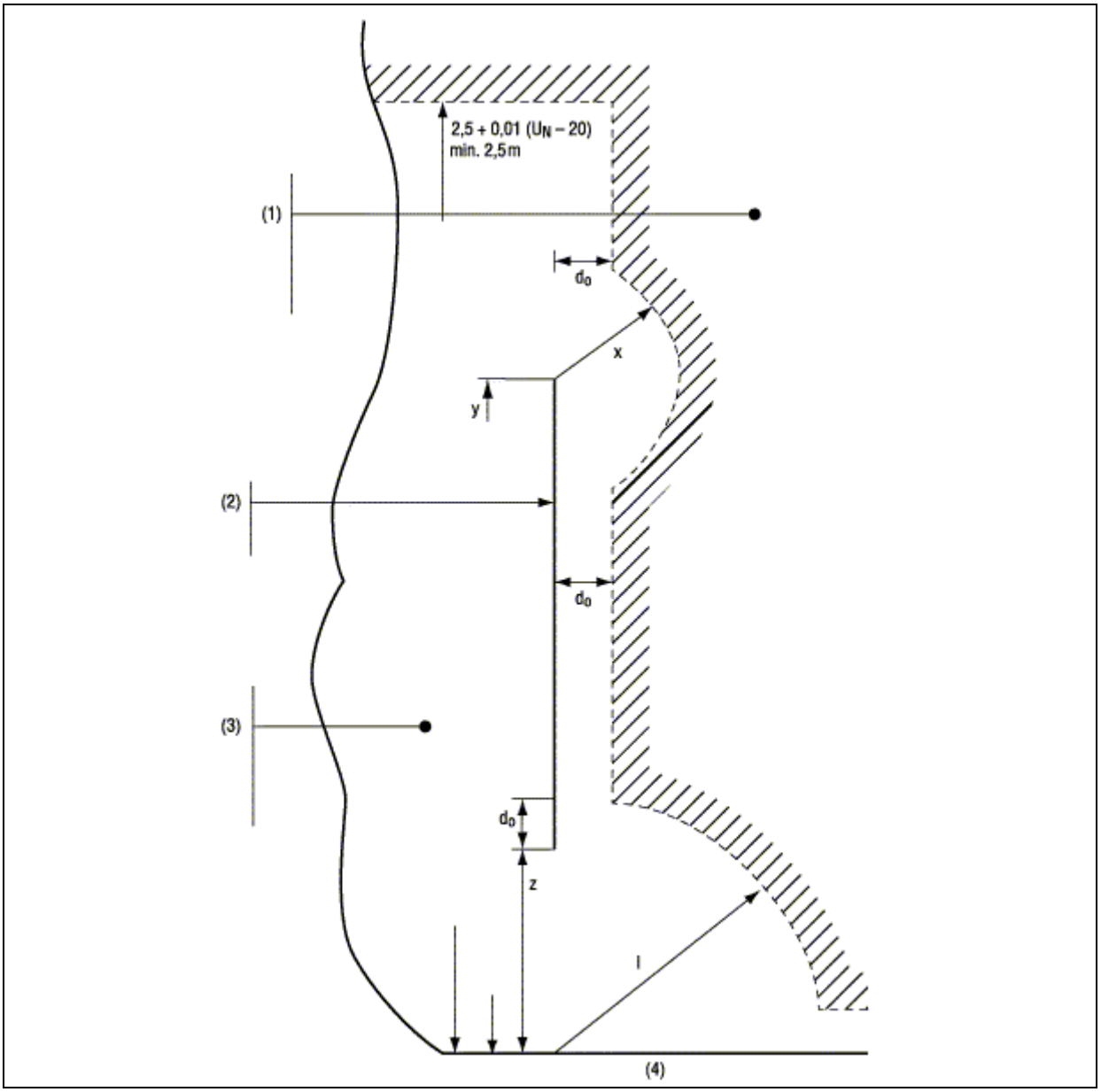
e.2.2. Dans les lieux exclusifs du service électrique

La protection au moyen d'obstacles, contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux exclusifs du service électrique définis au *point c.1.* de la sous-section *4.2.2.3.*, est obtenue lorsque les obstacles empêchent une approche fortuite des parties actives non protégées.

Les obstacles sont tels que leur efficacité est assurée par leur nature, leur étendue, leur disposition, leur stabilité, leur solidité et éventuellement leurs propriétés isolantes compte tenu des contraintes auxquelles ils sont normalement exposés.

Les obstacles sont définis par la hauteur à laquelle se trouvent leurs bords supérieurs et inférieurs, ces hauteurs étant mesurées à partir du sol et étant dénommées respectivement y et z comme mentionné à la *figure 4.1.*

Figure 4.1. Distances minimales pour la protection au moyen d'obstacles en haute tension



(1) Zone autorisée pour les parties actives non protégées
(2) Obstacle
(3) Emplacements de service ou d'entretien
(4) Sol
NB: distances exprimées en m et U_N en kV

La disposition des obstacles vis-à-vis du sol et des parties non protégées est, comme décrit à la figure ci-dessus, telle que:

1. la hauteur y de leur bord supérieur est au moins égale à 1,75 m; la hauteur z de leur bord inférieur est au plus égale à 0,50 m; toutefois les distances y et z peuvent être ramenées respectivement à 1,50 et 0,75 m si des nécessités d'ordre fonctionnel l'exigent;
2. dans l'espace situé à proximité et au-dessus du bord supérieur de l'obstacle, les parties actives non protégées sont écartées de ce bord supérieur:
   - d'au moins la distance d_0 par rapport au plan de l'obstacle, donnée par l'une des formules suivantes:
     $d_0 = 0{,}05 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ si le degré de protection de l'obstacle est au moins IP2X;
     $d_0 = 0{,}10 + 0{,}00675\ (U_N - 1)$ si le degré de protection de l'obstacle est IP1X;
     formules où d_0 est donnée en m et U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure;
   - d'au moins la distance x par rapport au bord supérieur de l'obstacle, donnée par la formule
     $x = 2 + 0{,}01\ (U_N - 20) - y$
     formule où x et y sont données en m, U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation telle qu'elle est déterminée par le distributeur, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure, et y est la hauteur du bord supérieur de l'obstacle par rapport au sol;
3. dans l'espace situé à proximité et en-dessous du bord inférieur de l'obstacle, les parties actives non protégées sont éloignées par rapport à la droite d'intersection du plan de l'obstacle et du plan du sol d'au moins la distance l donnée en m par la formule
   $l = z + d_0$
   les grandeurs z et d_0 étant définies ci-avant;
4. dans l'espace situé derrière l'obstacle, les parties actives non protégées en sont écartées de la distance d_0.

f. Protection complémentaire en basse tension par dispositif à courant différentiel-résiduel

Un dispositif à courant différentiel résiduel à haute ou très haute sensibilité peut être utilisé comme protection complémentaire en basse tension.

Cette mesure de protection est seulement destinée à compléter d'autres mesures de protection contre les contacts directs.

Seul l'emploi d'un dispositif à courant différentiel-résiduel, à haute ou à très haute sensibilité défini à la *sous-section 2.6.4.2.*, est reconnu comme mesure de protection complémentaire en cas de défaillance d'autres mesures de protection contre les contacts directs ou en cas d'imprudence des usagers.

g. Protection contre les contacts directs en basse tension et en très basse tension du conducteur neutre utilisé comme conducteur de protection

Les conducteurs neutres utilisés comme conducteurs de protection (PEN) ainsi que les parties en liaison avec eux sont considérés comme étant protégés contre les contacts directs si les conditions prescrites pour les mesures de protection contre les contacts indirects sont remplies.

h. Protection contre les contacts directs lors de l'emploi de la très basse tension et de la très basse tension de sécurité

La protection contre les chocs électriques par contacts directs est considérée comme assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité aux conditions mentionnées au *4.2.3.3.a.*, sous réserve que la tension nominale maximale entre deux parties actives nues simultanément accessibles ne dépasse pas la valeur mentionnée dans le *tableau 4.1.*

Tableau 4.1. Tension nominale maximale (en V) lors de l'emploi de la TBTS

Code	*Etat du corps humain*	*Tension nominale maximale en V*		
		Courant alternatif	*Courant continu non lisse*	*Courant continu lisse*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	25	36	60
BB2	Peau mouillée	12	18	30
BB3	Peau immergée dans l'eau	6	12	20

Sous-section 4.2.2.2. Dans les lieux ordinaires

a. Choix des modes de protection en fonction de la tension de l'installation électrique

a.1. Très basse tension:

Le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins égal à IPXX-B.

a.2. Basse tension:

Pour la basse tension, la protection contre les chocs électriques par contacts directs est assurée:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.1.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*).

Le degré de protection des enveloppes est au moins égal à IPXX-D dans les lieux ordinaires accessibles au public et à IPXX-B dans les autres lieux.

a.3. Haute tension

Pour la haute tension la protection contre les chocs électriques par contacts directs est assurée:
- soit au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.2.*);
- soit par isolation (*4.2.2.1.c.*);
- soit au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.2.*).

Le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins égal à IPXX-D.

a.4. Ouvertures fonctionnelles

Les degrés de protection dont il est question ci-avant ne sont pas requis pour les ouvertures fonctionnelles (comme par exemple les ouvertures d'aération ou celles nécessaires au fonctionnement du matériel) si des mesures constructives sont prises pour qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec les parties actives non protégées.

b. Lieux ordinaires accessibles au public

Dans les lieux ordinaires accessibles au public, les parties constitutives des enveloppes et obstacles sont telles qu'elles ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:
- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
- soit que le matériel électrique concerné est installé dans un lieu du service électrique.

c. **Machines et appareils électriques à haute tension**

Dans les établissements où sont occupés des travailleurs visés à l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, les câbles souples pourvus d'une protection par isolation peuvent être utilisés pour l'alimentation de machines et appareils

électriques à haute tension, des mesures étant prises, si nécessaire, pour éviter le danger de charges électrostatiques.

Sous-section 4.2.2.3. Dans les lieux du service électrique

a. Prescriptions relatives au lieu du service électrique

a.1. Cloisons et clôtures

Les obstacles, dénommés ci-après clôture/50 mm ou clôture/120 mm ne permettent pas respectivement le passage d'une longue barre rectiligne de 50 mm ou de 120 mm de diamètre.

Le lieu du service électrique est délimité par des cloisons ou clôtures/50 mm. Les clôtures/120 mm sont uniquement admises si le lieu du service électrique est établi à l'air libre.

Les cloisons ou clôtures des emplacements clôturés ne présentent pas de possibilités d'escalade aisée et ont une hauteur minimale de 2 m.

a.2. Ouvertures fonctionnelles

Les cloisons ou clôtures précitées peuvent comporter des ouvertures fonctionnelles.

En ce qui concerne les ouvertures fonctionnelles, des mesures appropriées sont prises pour conserver aux cloisons ou clôtures le degré de protection qu'elles ont vis-à-vis de l'introduction de corps étrangers.

Pour les interstices laissés par ces ouvertures, des mesures sont prises pour éviter qu'un corps long quelconque ne puisse venir en contact avec des parties actives non protégées.

Les fenêtres sont prohibées à moins que des dispositions ne soient prises pour éviter soit le bris de vitres, soit éliminer le danger pouvant résulter d'un bris de vitre. Elles sont fixes ou conçues de telle sorte qu'en cas d'ouverture, tout danger de contact avec une partie active non protégée soit impossible.

Les portes d'accès installées dans les cloisons s'ouvrent vers l'extérieur. Elles doivent pouvoir en tout temps être ouvertes de l'intérieur sans clé.

a.3. Protection contre les chocs électriques par contacts directs des personnes se trouvant à l'extérieur du lieu du service électrique

a.3.1. Mesure relative au contournement par le haut des cloisons ou des clôtures.
Aucune partie active non protégée ne peut se trouver dans le lieu du service électrique non recouvert à une distance inférieure à

$$2{,}5 + 0{,}01\ (U_N - 20) - h\ \text{(m)}$$

avec un minimum de 2,5 – h du bord supérieur des cloisons ou des clôtures, h représentant la hauteur de ces cloisons ou clôtures en m.
U_N est la tension nominale entre phases du réseau ou de l'installation, exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

a.3.2. Mesure concernant l'introduction d'objets longs dans les trous des clôtures.

Aucune partie active non protégée ne peut se trouver à moins d'une distance horizontale d_h du plan des clôtures, d_h étant égale à:
- $2{,}5 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ (m) avec un minimum de 2,5 m dans le cas des clôtures/50 mm;
- $5 + 0{,}01\ (U_N - 20)$ (m) avec un minimum de 5 m dans le cas des clôtures/120 mm.

a.3.3. Mesure concernant les portes ou barrières accessibles au public

Lorsqu'un lieu du service électrique jouxte directement un lieu ordinaire accessible au public, la ou les portes ou barrières séparant ces deux lieux sont soit surveillées, soit fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:
- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes ou barrières sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef.

a.4. Signalisation

Les lieux du service électrique sont signalés de façon claire et visible par des panneaux tels que prévus à la *partie 9*.

a.5. Personnes autorisées

Seuls les personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent pénétrer dans un lieu du service électrique.

a.6. Passages

Les passages de circulation sont interdits.
Les passages d'entretien ou de service d'une longueur supérieure à 20 m, sont accessibles à leurs deux extrémités.

a.7. Eclairage

Le lieu du service électrique installé dans un local est pourvu d'un éclairage artificiel fixe. Dans les locaux où la protection par éloignement est utilisée, les mesures nécessaires sont prises pour permettre l'évacuation de manière sûre des personnes au cas où l'éclairage fait défaut.

b. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique

b.1. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux du service électrique est assurée en respectant les prescriptions de la *sous-section 4.2.2.2.* relatives aux lieux ordinaires.

Toutefois, il est autorisé d'y déroger dans les limites mentionnées au *point b.2.* ci-après.

b.2. Prescriptions dérogatoires

b.2.1. Basse tension de 1ère catégorie
Pour la basse tension de 1ère catégorie, sont, en outre, admises la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.1.*) et la protection au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.1.*).
De plus, le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins IPXX-B.

b.2.2. Basse tension de 2e catégorie
Pour la basse tension de 2e catégorie, est, en outre, admise la protection au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.1.*).
De plus, le degré de protection des enveloppes et des obstacles est au moins IPXX-B.

b.2.3. Haute tension
S'il est fait usage de la protection au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.2.*) ou au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.2.*), leur degré de protection est au moins IPXX-B.

c. Protection contre les chocs électriques par contacts directs dans les lieux exclusifs du service électrique

c.1. Généralités

Dans les lieux du service électrique qui servent exclusivement à l'exploitation d'installations électriques et qui sont fermés à clé ou par tout autre dispositif qui en empêche l'accès aux personnes non autorisées, il est autorisé de déroger aux prescriptions de *4.2.2.3.b.* de la manière mentionnée au *point c.2.*

Les lieux du service électrique où il est fait usage de cette dérogation sont appelés des lieux exclusifs du service électrique.

Sont assimilés à un lieu exclusif du service électrique quel que soit leur emplacement, les armoires, tableaux et ensembles de distribution dans lesquels on peut pénétrer, c'est-à-dire les enveloppes dans lesquelles se trouve enfermé du matériel électrique de telle sorte que l'espace libre à l'intérieur de ces enveloppes soit suffisamment grand pour qu'une personne puisse y entrer normalement et y travailler pour des raisons d'entretien.

c.2. Prescriptions dérogatoires

c.2.1. Très basse tension et basse tension de 1ère catégorie
Pour la très basse tension et la basse tension de 1ère catégorie, la protection par éloignement est considérée comme assurée si les distances minimales reprises dans le *tableau 4.2.* sont respectées pour les emplacements de service et d'entretien.

Tableau 4.2. Distances minimales pour les emplacements de service et d'entretien

	En mm	
	Emplacement bordé par des parties actives non protégées	
	d'un seul côté	*des deux côtés*
Largeur libre entre les parties actives non protégées:		
– emplacement d'entretien		1000
– emplacement de service		1200
Largeur libre entre les parties actives non protégées et la paroi, ou un obstacle:		
– emplacement d'entretien	800	
– emplacement de service	800	
Largeur libre entre les parties actives non protégées et les organes de commande, poignée...:		
– emplacement d'entretien	700	900
– emplacement de service	700	1100
Hauteur libre des emplacements d'entretien et de service	2000	

S'il est fait usage de la protection au moyen d'enveloppes (*4.2.2.1.b.1.*) ou au moyen d'obstacles (*4.2.2.1.e.1.*), leur degré de protection est d'au moins IPXX-A.

c.2.2. Basse tension de 2e catégorie

Pour la basse tension de 2e catégorie, la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.1.*) est en outre admise.
De plus, le degré de protection des enveloppes (*4.2.2.1.b.1.*) et des obstacles (*4.2.2.1.e.1.*) est au moins IPXX-A.

c.2.3. Haute tension

Pour la haute tension, la protection par éloignement (*4.2.2.1.d.2.*) est en outre admise. Est également autorisée la protection au moyen d'obstacles dans les conditions prescrites à *4.2.2.1.e.2.*

De plus, le degré de protection des enveloppes (*4.2.2.1.b.2.*) et des obstacles (*4.2.2.1.e.2.*) est au moins IPXX-A.

Sous-section 4.2.2.4. Prescriptions particulières dans des cas spéciaux

a. Généralités

Dans certains cas explicitement mentionnés dans la suite du présent Livre et notamment dans les cas suivants:
- appareils de mesure (*b.*);
- ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer (*c.*),

il est admis de se dispenser totalement ou partiellement de mesures de protection contre les chocs électriques par contacts directs, moyennant le respect de certaines conditions.

b. Appareils de mesure

Les bornes et les connexions des appareils de mesure, des relais et des équipements analogues, installés à demeure dans des lieux ordinaires non accessibles au public, peuvent rester nues à condition que:
- les dimensions de parties nues soient réduites au minimum;
- les tensions mises en jeu ne dépassent pas 500 V en courant alternatif ou 750 V en courant continu;
- les travaux avec ces appareils ne soient confiés qu'à des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) connaissant les dangers inhérents à ces appareils.

c. Ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer

c.1. Mesures de protection

Les ensembles de distribution où il est impossible de pénétrer peuvent être installés dans des lieux ordinaires accessibles au public.

Les parties constitutives de leurs enveloppes ne peuvent pas être démontées de l'extérieur. La ou les portes qu'ils comportent sont fermées au moyen d'une serrure de sécurité ou de tout autre système de fermeture présentant au moins les mêmes garanties. En basse et très basse tension, il est autorisé de placer des serrures qui ne sont pas considérées comme serrure de sécurité, à condition:

- soit que la serrure se trouve à une hauteur minimale de 2,5 m et que des éléments fixes dans le voisinage ne permettent pas d'y avoir accès;
- soit qu'il existe un ou des écrans intérieurs qui ont au moins un degré de protection IPXX-B et qui sont disposés de telle façon que les partes actives ne puissent être fortuitement touchées tant que la porte ou les portes sont ouvertes. Le ou les écrans sont fixés à demeure et ils ne peuvent être démontés sans l'aide d'un outil ou d'une clef;
- soit que les ensembles de distribution sont installés dans un lieu du service électrique.

En outre les précautions à prendre pour la protection des personnes effectuant les manœuvres ou commandes de l'appareillage contre les chocs électriques par contact direct, lors de l'ouverture de la ou des portes, sont celles prévues à *4.2.2.3.c.* pour les locaux exclusifs du service électrique.

c.2. Manœuvre ou commande

Si la commande ou la manœuvre de l'appareillage électrique peut se faire de l'extérieur, cette commande ou manœuvre ne peut être effectuée qu'à l'aide d'une clé amovible spéciale ou de tout autre dispositif amovible spécial.

Si l'appareillage ne peut pas être commandé ou manœuvré de l'extérieur, seules des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5) peuvent les exécuter.

Section 4.2.3. Protection contre les chocs électriques par contact indirect en basse tension et en très basse tension

Sous-section 4.2.3.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en basse tension et en très basse tension

a. Généralités

On assure la protection contre les contacts indirects dans les installations électriques à basse tension et à très basse tension:

1. en évitant le défaut d'isolement qui a pour effet de propager le potentiel de la partie active, en contact avec l'isolation jusqu'aux parties conductrices accessibles:
   - par une construction sûre du matériel électrique;
   - par un entretien adéquat du matériel électrique;
2. en prenant en outre des mesures de protection supplémentaires, soit selon le cas:
   - par l'utilisation du matériel électrique de classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*section 2.4.3.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par l'isolation totale des ensembles montés en usine (*sous-section 2.4.2.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par une isolation supplémentaire conférée au matériel lors de la réalisation de l'installation (*sous-section 2.4.2.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par une isolation renforcée conférée au matériel électrique lors de la réalisation de l'installation (*sous-section 2.4.2.2.* et *4.2.3.3.b.*);
   - par d'autres mesures de protection sans dispositif de coupure ne nécessitant pas de conducteur de protection, limitées à des appareils individuels ou à des équipements localisés et consistant:
     - soit à rendre les contacts non dangereux par l'utilisation de la très basse tension de sécurité (*4.2.2.1.h.*);
     - soit à éviter des chocs électriques pouvant résulter d'un contact avec des masses susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives par la séparation de sécurité du circuit (*4.2.3.3.c.*);
     - soit à rendre impossible le contact simultané avec des pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse par la création d'une liaison équipotentielle locale (*4.2.3.3.d.2.*), par l'éloignement des masses et des conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.3.*), par l'interposition d'obstacles efficaces entre les masses et les éléments conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.4.*) et/ou par l'isolation des éléments conducteurs étrangers (*4.2.3.3.d.5.*);
   - par des mesures de protection avec dispositif de coupure automatique nécessitant une liaison des masses à un conducteur de protection généralement relié à une prise de terre; ce dispositif de coupure automatique a des caractéristiques de fonctionnement qui respectent la courbe de sécurité (voir *tableau 2.4.* à la *sous-section 2.4.1.1.*), compte tenu des valeurs d'impédance des boucles de défaut et des schémas de mise à la terre (voir *section 3.2.2.* et *sous-section 4.2.3.4.*).

Si diverses mesures de protection sont prévues simultanément, elles le sont de manière à ne s'influencer ni s'annihiler mutuellement.

Lorsque l'installation électrique peut être alimentée par des sources de courant en parallèle, par exemple le réseau de distribution public et une source de courant autonome, la protection contre les contacts indirects doit être assurée aussi bien dans le cas où l'installation est alimentée par les diverses sources en parallèle que dans le cas où l'installation est alimentée par une seule de ces sources. Le bon fonctionnement des appareils de protection ne peut pas être compromis par les composantes continues provenant des convertisseurs statiques ou des filtres.

b. Exceptions

Pour les installations liées directement à la production, au transport ou à la distribution de l'énergie électrique, des temps plus longs que ceux indiqués par la courbe de sécurité sont admis à la condition que des mesures conformes aux règles de l'art qui concernent ces installations soient prises pour garantir la sécurité des personnes et des biens. Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent fixer par arrêté, chacun en ce qui le concerne, des prescriptions à leur égard.

Sous-section 4.2.3.2. Installation de mise à la terre en basse tension et en très basse tension

L'installation de mise à la terre comprend:
- les prises de terre;
- les conducteurs de terre;
- les conducteurs de protection;
- les éventuelles liaisons équipotentielles (principales et supplémentaires).

La résistance de dispersion de la prise de terre destinée à la protection est aussi faible que possible quels que soient les moyens de protection complémentaire mis en œuvre dans les installations électriques. Si un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est utilisé, la valeur de la résistance de dispersion de la prise de terre satisfait aux prescriptions de la *sous-section 4.2.4.3.d.*

Lorsqu'une liaison équipotentielle principale est imposée, un ou plusieurs conducteurs principaux d'équipotentialité sont reliés à la borne principale de terre; y sont connectés:
- les canalisations principales métalliques d'eau et de gaz (gaz naturel ou gaz en bouteille) au bâtiment;
- les colonnes principales métalliques du chauffage central et de climatisation;
- les éléments métalliques fixes et accessibles faisant partie de la structure de la construction qui peuvent propager un potentiel et qui sont considérés comme des masses;
- les éléments métalliques principaux d'autres canalisations de toute nature qui peuvent propager un potentiel et qui sont considérés comme des masses.

On entend par un ou plusieurs conducteurs principaux d'équipotentialité:
- soit un conducteur unique qui relie les éléments mentionnés ci-dessus à la borne principale de terre, sans interrompre la continuité de ce conducteur;
- soit les éléments mentionnés ci-dessus sont reliés chacun avec un conducteur particulier à la borne principale de terre, sans interrompre le continuité de chaque conducteur.

Lorsqu'une liaison équipotentielle supplémentaire est localement imposée, elle relie:
- toutes les parties métalliques simultanément accessibles, qu'il s'agisse des masses de machines et appareils électriques fixes ou des éléments conducteurs étrangers;
- les conducteurs de protection de toutes les machines et appareils électriques; y compris ceux alimentés par des prises de courant.

La liaison équipotentielle supplémentaire peut être assurée soit par des éléments conducteurs étrangers tels que des charpentes métalliques, soit par des conducteurs, soit par une combinaison des deux.

La réalisation des éléments constituant une installation de mise à la terre est décrite *au chapitre 5.4.*

Sous-section 4.2.3.3. Protection passive en basse tension et en très basse tension sans coupure automatique de l'alimentation

a. Protection par l'utilisation de la très basse tension de sécurité (TBTS)

La protection contre les chocs électriques par contacts indirects est considérée comme assurée par l'utilisation de la très basse tension de sécurité lorsque:
1. la tension la plus élevée n'est en aucun cas supérieure aux tensions limites conventionnelles absolues mentionnées au tableau «Tension limite conventionnelle absolue» à la *sous-section 2.4.1.1.* selon les états du corps humain;

2. cette tension de sécurité est fournie par l'une des sources mentionnées comme telle au *4.2.7.3.a.*;
3. le matériel électrique et l'installation électrique sont conformes aux prescriptions des *sous-sections 4.2.7.3.* et *4.2.7.5.*

b. Protection au moyen d'isolation du matériel électrique

Cette mesure a pour but d'empêcher l'apparition de tensions dangereuses sur les parties accessibles des matériels électriques lors d'un défaut de l'isolation principale:
- soit en utilisant du matériel électrique de classe II ou de sécurité équivalant à celle du matériel de classe II (*section 2.4.3.*);
- soit en utilisant des ensembles montés en usine et possédant une isolation totale (*sous-section 2.4.2.2.*);
- soit en recouvrant, par une isolation supplémentaire (*sous-section 2.4.2.2.*), le matériel électrique possédant seulement une isolation principale; cette isolation supplémentaire est montée au cours de la réalisation de l'installation électrique;
- soit en recouvrant par une isolation renforcée (*sous-section 2.4.2.2.*) les parties actives nues; cette isolation est montée au cours de la réalisation de l'installation électrique.

L'installation du matériel électrique (fixation, raccordement des conducteurs...) doit être effectuée de façon à ne pas nuire à la protection assurée conformément aux règles de construction de ces matériels.

Les parties conductrices situées à l'intérieur de l'enveloppe, y compris celles du matériel électrique incorporé, ne sont pas reliées au conducteur de protection.

Toutefois, les conducteurs de protection destinés à assurer la protection du matériel électrique extérieur à l'enveloppe mais alimentés depuis les parties actives intérieures à l'enveloppe, peuvent la traverser. Les bornes prévues pour de tels conducteurs de protection sont repérées de façon appropriée. A l'intérieur de l'enveloppe, les conducteurs de protection et les bornes correspondantes sont isolés dans les mêmes conditions que les parties actives.

Les parties conductrices accessibles et les parties intermédiaires ne doivent pas être reliées à un conducteur de protection sauf si cela est prévu par les règles de construction du matériel correspondant.

c. Protection au moyen de la séparation de sécurité des circuits

c.1. Généralités

La séparation électrique des circuits est destinée à éviter des chocs électriques pouvant résulter d'un contact avec des masses susceptibles d'être mises sous tension en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives de ce circuit.

c.2. Alimentation du matériel électrique

Le circuit est alimenté:
- soit par l'intermédiaire d'un transformateur de séparation des circuits; le transformateur est de la classe II ou répond à la mesure de protection par isolation supplémentaire conformément à la *sous-section 2.4.2.2.*;
- soit par une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent, par exemple des groupes moteur-générateur qui ont une isolation équivalente.

La tension nominale du circuit secondaire des transformateurs de séparation ou des groupes moteur-générateur n'est pas supérieure à une tension alternative de 500 V entre conducteurs actifs.

Le circuit ainsi alimenté n'a aucun point commun avec un autre circuit ni aucun point relié à la terre.

c.3. Etendue du circuit d'utilisation

L'étendue du circuit d'utilisation est telle que le produit de la tension en V par la longueur des canalisations électriques en m ne soit pas supérieur à 100 000 et que la longueur totale du circuit ne dépasse pas 500 m.

c.4. Connexion des masses avec la terre

Les masses des machines et appareils électriques utilisés dans le circuit ne sont reliées intentionnellement ni avec la terre, ni avec les masses des machines et appareils électriques alimentés par d'autres types de circuits.

Si plusieurs machines ou appareils électriques sont reliés au même circuit, leurs masses sont reliées à un conducteur de protection non relié à la terre.

c.5. Equipotentialité des masses

Lorsque le circuit alimente plusieurs socles de prises de courant, ceux-ci comportent un contact de protection; ces contacts des différents socles sont, afin de réaliser l'équipotentialité des masses, reliés entre eux ainsi qu'à la masse du générateur éventuel, sans être mis à la terre.

Dans les câbles souples, le conducteur de protection qui est utilisé comme conducteur d'équipotentialité, se trouve sous la même gaine que les conducteurs actifs.

c.6. Canalisations électriques

Si on ne peut éviter d'utiliser les conducteurs d'une même canalisation électrique pour le circuit en question et d'autres types de circuits, il est fait usage de câbles multiconducteurs sans aucun revêtement métallique ou de conducteurs isolés sous conduits en matière isolante. Ces conducteurs et câbles sont conformes aux règles de l'art, respectent les prescriptions du *point c.* de la *sous-section 5.2.1.1.* et ont une tension nominale au moins égale à la tension la plus élevée mise en jeu, chaque circuit étant protégé contre les surintensités.

c.7. Dispositif de protection en cas de deux défauts francs

Lorsqu'une même source alimente plusieurs machines ou appareils électriques, un dispositif de protection assure la coupure dans un temps au plus égal à celui fixé à la courbe de sécurité, définie au *tableau 2.4.* à la *sous-section 2.4.1.1.*, dans le cas de deux défauts francs d'isolement intéressant deux masses et alimentés par deux conducteurs de potentiels différents.

d. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse

d.1. Généralités

Cette mesure de protection est destinée, en cas de défaut de l'isolation principale des parties actives, à éviter le contact simultané avec des parties susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse.

Cette protection consiste à utiliser les mesures suivantes, soit seules, soit en combinaison:
- création d'une liaison équipotentielle locale non-mise à la terre entre des masses et des éléments conducteurs étrangers;
- éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles;
- interposition d'obstacles efficaces entre les masses ou entre les masses et les éléments conducteurs étrangers;
- isolation des masses ou des éléments conducteurs étrangers.

d.2. Création d'une liaison équipotentielle locale non-mise à la terre entre des masses et des éléments conducteurs étrangers

Les masses et les éléments conducteurs étrangers simultanément accessibles sont reliés entre eux de manière à exclure, en cas de défaut, le maintien entre ces parties d'une différence de potentiel supérieure à la tension limite conventionnelle absolue, définie au *tableau 2.3.* à la *sous-section 2.4.1.1.*

Les liaisons équipotentielles ainsi réalisées ne sont pas en liaison avec la terre, ni directement, ni par l'intermédiaire des masses ou éléments conducteurs étrangers.

L'utilisation du matériel électrique de la classe 0 est interdite, à l'exception de la classe 01, à la condition que sa borne de masse soit reliée au conducteur de l'équipotentielle locale.

Les dispositions sont prises pour empêcher que les éléments conducteurs étrangers ou les masses puissent propager des potentiels en dehors du lieu où cette mesure est appliquée.

Les dispositions sont prises pour empêcher que des personnes soient soumises à une différence de potentiel dangereuse en accédant au lieu considéré ou en le quittant. Ceci s'applique notamment au cas où un plancher conducteur mais isolé du sol est relié à la liaison équipotentielle du lieu.

d.3. Eloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles

L'éloignement respectif des masses et des éléments conducteurs étrangers ainsi que des masses entre elles est réalisé en disposant les masses et les éléments conducteurs étrangers de telle façon qu'il ne soit pas possible, pour les personnes se trouvant dans des circonstances habituelles, d'entrer

en contact simultanément soit avec une masse et un élément conducteur étranger, soit avec deux masses si ces éléments sont susceptibles d'être portés à des potentiels différents.

Dans de tels lieux aucun conducteur de protection n'est prévu.

Pour définir les circonstances habituelles, la forme et les dimensions des objets habituellement manipulés dans ces lieux sont prises en considération.

Cet éloignement est considéré comme suffisant quant à l'intérieur du volume d'accessibilité, cette distance horizontale est de 2 m et, à l'extérieur de ce volume, de 1,25 m.

d.4. Interposition d'obstacles efficaces entre les masses ou entre les masses et les conducteurs étrangers

Ces obstacles sont considérés comme efficaces s'ils portent la distance de contournement aux valeurs mentionnées au *point d.3.* ci-avant; ils sont fixés de façon sûre et résistent aux contraintes susceptibles de les solliciter; ils ne sont reliés ni à la terre, ni à des masses; dans la mesure du possible, ils sont en matière isolante.

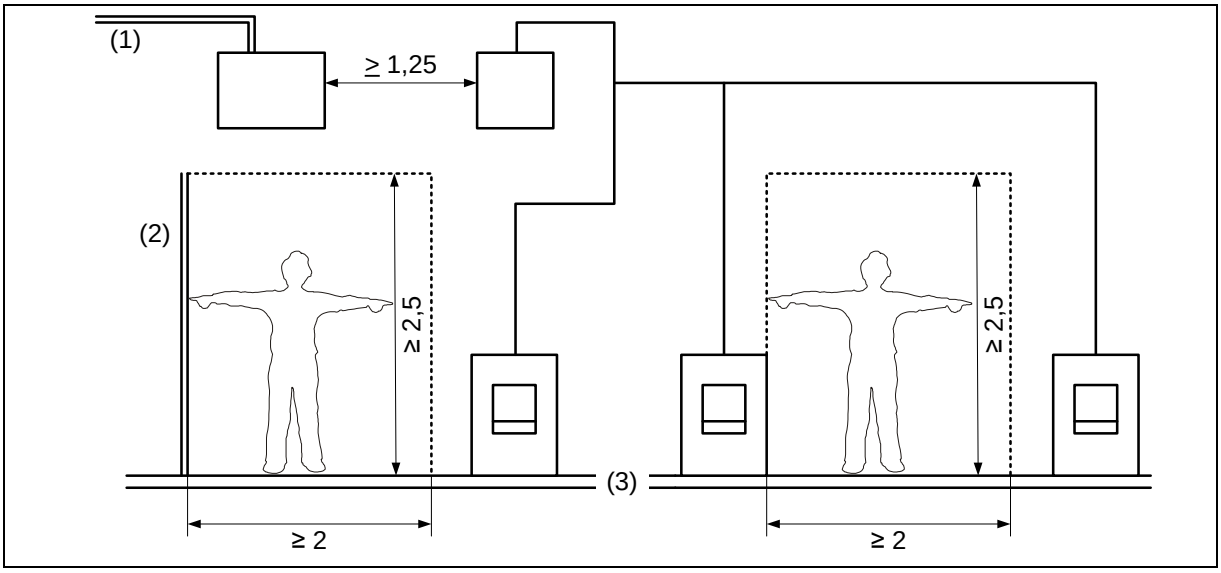
d.5. Isolation des masses ou des éléments conducteurs étrangers

Cette mesure s'applique à certaines masses ou certains éléments conducteurs étrangers qui sont installés de manière à supprimer toute liaison galvanique avec d'autres masses ou d'autres conducteurs étrangers.

Cette séparation électrique implique au moins l'usage d'une pièce ou d'un élément isolant.

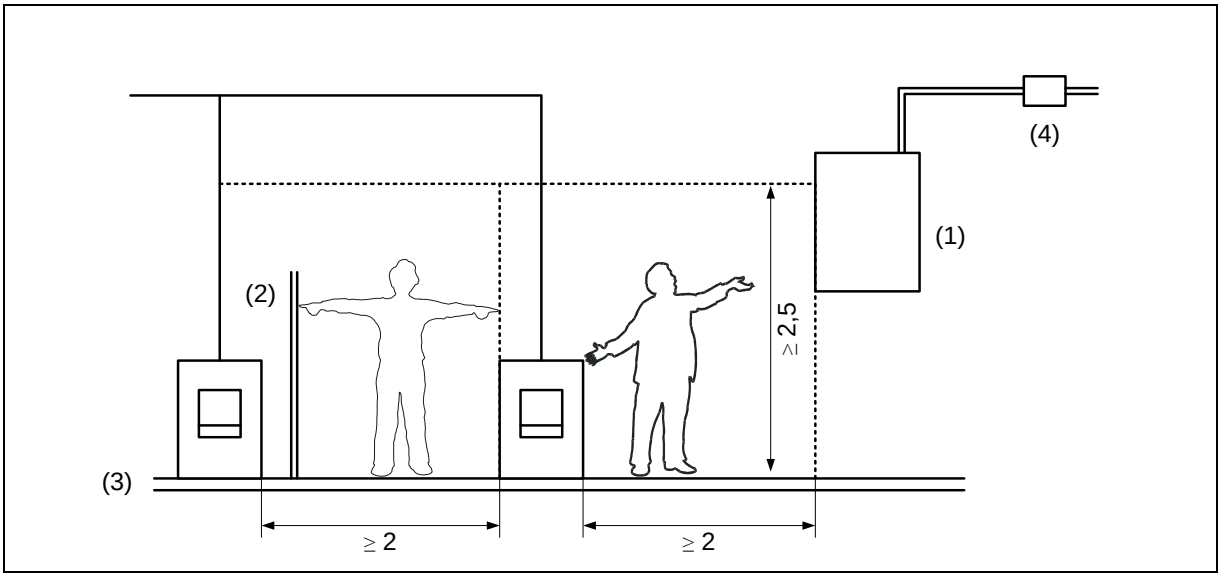
Les masses ou éléments conducteurs étrangers accessibles ainsi protégés par isolation ne sont plus à prendre en considération à l'intérieur du volume d'accessibilité. La pièce ou l'élément isolant dispose d'une rigidité mécanique suffisante et supporte des essais de type à une tension d'essai d'au moins 2000 V en courant alternatif à la fréquence industrielle pendant une minute, le courant de fuite n'étant pas supérieur à 1 mA dans les conditions normales d'influence externe.

Figure 4.1. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (1)



Distances en m
(1) Elément conducteur
(2) Paroi en matière non isolante mais isolée
(3) Plancher isolant

Figure 4.2. Protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (2)



Distances en m
(1) Elément conducteur
(2) Obstacle (cloison isolante ou isolée)
(3) Plancher isolant
(4) Pièce isolante

d.6. Dispositions complémentaires

Les dispositions prises sont adaptées aux contraintes normalement prévisibles et gardent leur efficacité dans le temps. Il faut notamment veiller à ce que l'humidité ne risque pas de compromettre, selon le cas, l'isolation propre des planchers, des parois et des obstacles ou leur isolement par rapport à la terre.

Elles assurent également la protection efficace des machines et appareils mobiles lorsque l'utilisation de ceux-ci est prévue ou possible.

Sous-section 4.2.3.4. Protection active en basse tension et en très basse tension avec coupure automatique de l'alimentation et avertissement éventuel

a. Principes

a.1. Généralités

Les mesures de protection avec coupure automatique de l'alimentation sont basées sur le respect de la courbe de sécurité définie au *tableau 2.4.*

Leur application nécessite la liaison des masses à un conducteur de protection et l'utilisation d'un dispositif de coupure dont les caractéristiques de fonctionnement doivent permettre le respect de la courbe de sécurité, compte tenu des valeurs d'impédance de boucles de défaut et du schéma des liaisons à la terre.

a.2. Connaissance du schéma de mise à la terre

Ces mesures de protection nécessitent la coordination entre:
- le schéma de mise à la terre; et
- les caractéristiques du dispositif de protection.

L'exploitant du réseau d'alimentation détermine le schéma de mise à la terre de son réseau. L'installateur ne connaissant pas ce schéma s'en informe auprès de cet exploitant.

a.3. Dispositifs d'avertissement ou de coupure

Selon le cas, sont utilisés des dispositifs de protection à maximum de courant, des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, des dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut et/ou des dispositifs de surveillance de l'isolement.

a.4. Obligation du conducteur de protection

Il est interdit d'utiliser, comme seul moyen de protection contre les contacts indirects, des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel en supprimant le conducteur de protection, même si la valeur du courant différentiel de fonctionnement est inférieur ou égal à 30 mA.

Si on utilise un dispositif de protection sensible à la tension de défaut, il est installé de façon à assurer son fonctionnement aux tensions de défaut indiquées. L'élément sensible à cette tension de défaut est relié, d'une part, au conducteur de protection interconnectant l'ensemble des masses et, d'autre part, à un conducteur isolé raccordé à une prise de terre auxiliaire. Le conducteur de protection n'est relié qu'aux masses des machines ou appareils électriques dont l'alimentation doit être interrompue lorsque le dispositif de protection fonctionne dans des conditions de défaut. La prise de terre auxiliaire est électriquement distincte et indépendante de tous les autres éléments métalliques mis à la terre, tels qu'éléments de constructions métalliques, conduites métalliques, gaines métalliques de câbles. Cette dernière condition est considérée comme remplie si la prise de terre auxiliaire est installée à une distance d'au moins 15 m d'autres prises de terre, en l'absence de structures métalliques souterraines susceptibles de réduire la résistance électrique du terrain sur cette distance.

a.5. Obligation du conducteur d'équipotentielle principale

Dans chaque bâtiment, une liaison équipotentielle principale est obligatoire. Elle est réalisée conformément aux prescriptions de la *sous-section 5.4.4.1.* et en tenant compte des prescriptions de la *sous-section 4.2.3.2.*

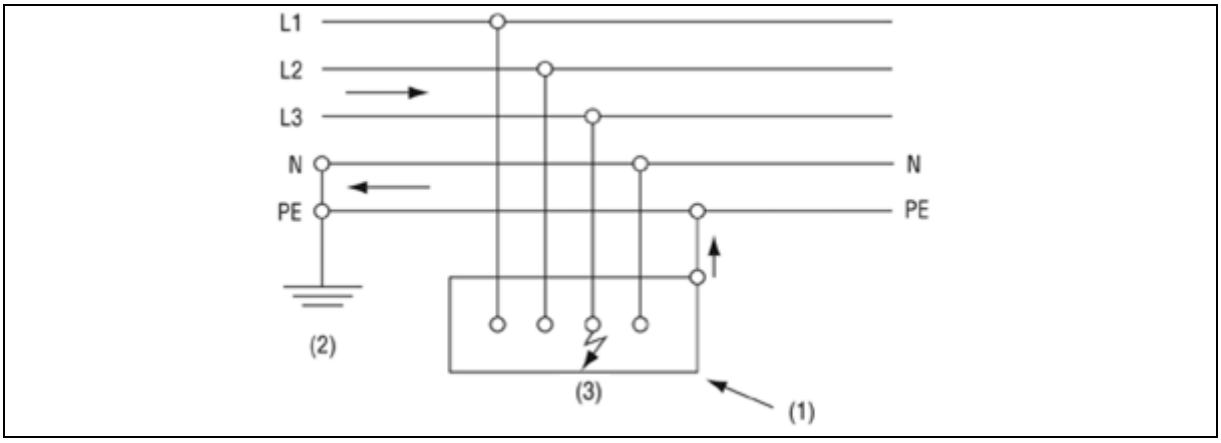
b. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau TN

b.1. Boucle de défaut

Tout défaut franc entre une phase et la masse d'un matériel électrique produit un court-circuit entre cette phase et le conducteur de protection.

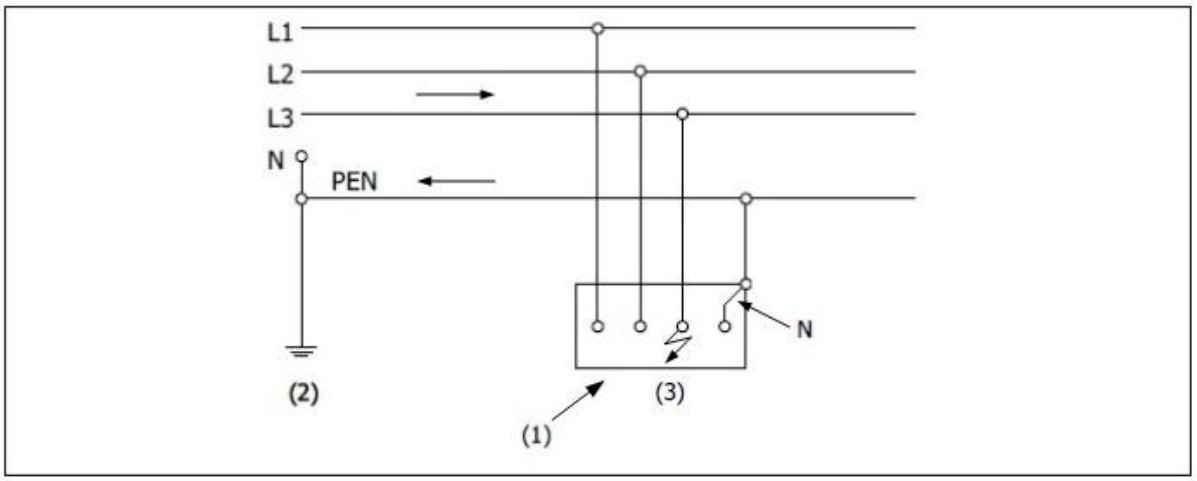
L'un des dispositifs de protection suivant est utilisé, à savoir:
- les dispositifs de protection à maximum de courant;
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel.

Figure 4.3. Boucle de défaut dans un schéma TN-S



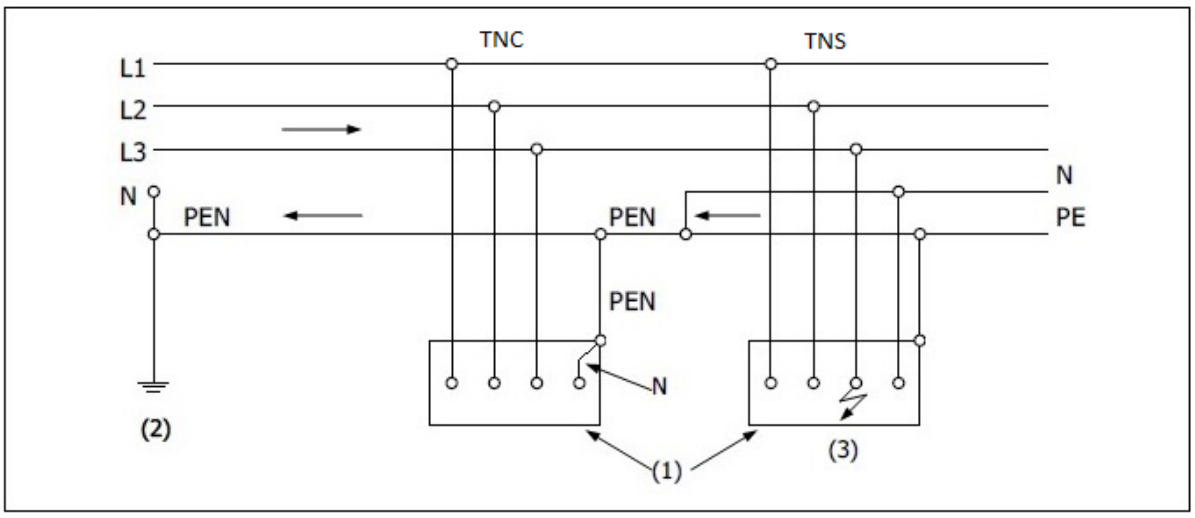
(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Figure 4.4. Boucle de défaut dans un schéma TN-C



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Figure 4.5. Boucle de défaut dans un schéma TN-C-S



(1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation
(3) Défaut

Lorsque le conducteur neutre et le conducteur de protection sont combinés (schéma TN-C), la protection doit être assurée par des dispositifs à maximum de courant.

b.2. Vérification de la courbe de sécurité

Les dispositifs de protection et les sections des conducteurs sont choisis de telle sorte que si, en un endroit quelconque, il se produit un court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur de protection ou une masse qui lui est reliée, la coupure soit effectuée en un temps approprié.

Cette condition est remplie si, U_o étant la tension par rapport à la terre du réseau, Z_s étant l'impédance de la boucle de défaut, le courant I_a déterminé par la formule:

$$I_a \leq \frac{U_o}{Z_s}$$

assure le fonctionnement du dispositif de coupure automatique en un temps au plus égal à celui spécifié à la courbe de sécurité.

Dans les cas particuliers où un défaut franc peut se produire entre une phase et la terre, la

résistance globale des mises à la terre R_B répond à la condition suivante:

$$R_B \leq \frac{U_L \cdot R_E}{U_o - U_L}$$

où:
U_L: tension limite conventionnelle absolue mentionnée au *tableau 2.3.*;
R_E: résistance minimale présumée de contact à la terre des conducteurs non reliés au conducteur de protection, par lesquels peut se produire un défaut entre phase et terre; cette résistance peut être présumée égale à 5 Ω.

b.3. Schéma TN-C

Dans les installations fixes, à l'exception des circuits biphasés, le conducteur PEN a une section au moins égale à 10 mm² en cuivre ou à 16 mm² en aluminium.

Dans ce cas, la protection est assurée par des dispositifs à maximum de courant.

b.4. Schéma TN-C-S

Si, à partir d'un point du réseau, le conducteur PEN est dédoublé selon ses deux fonctions de conducteur neutre et de conducteur de protection, il est interdit de relier le conducteur de protection et le conducteur neutre en aval de ce point.

A l'endroit de ce dédoublement, il y a lieu de prévoir des bornes ou barrettes distinctes pour le conducteur de protection et pour le conducteur neutre; cette disposition assure une liaison directe et permanente du conducteur commun et du conducteur de protection.

b.5. Utilisation des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

Si pour certains appareils électriques ou pour certaines parties d'installation électrique, une ou plusieurs des conditions énoncées aux points ci-avant ne sont pas respectées, ces appareils ou parties d'installations sont protégés par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel.

Dans le cas d'utilisation de ce dispositif, les masses peuvent ne pas être raccordées au conducteur de protection lorsqu'elles sont raccordées à une prise de terre dont la résistance est adaptée au courant de fonctionnement du dispositif à courant différentiel-résiduel.

Le circuit protégé par ce dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est alors considéré selon le schéma TT et les mesures de protection, dont question au *point c.* ci-après, relatives à ce schéma TT, sont d'application.

S'il n'existe pas de prise de terre indépendante, le raccordement des masses au conducteur de protection est effectué en amont du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel.

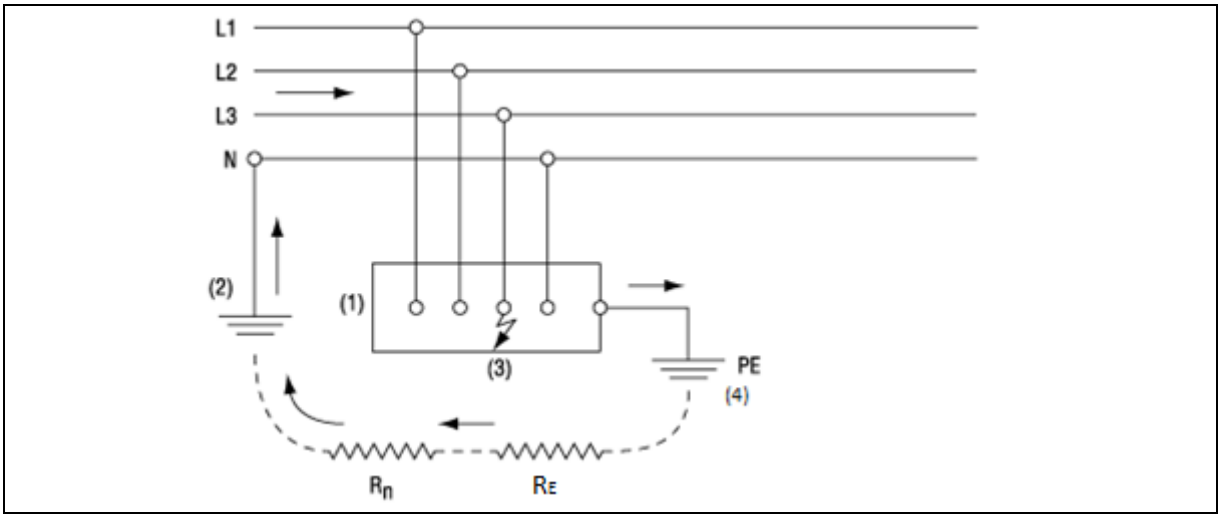
c. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau TT

c.1. Boucle de défaut

La boucle de défaut comprend généralement la terre sur une partie de son parcours, ce qui n'exclut pas la possibilité de liaisons électriques, volontaires ou de fait, entre la prise de terre des masses de l'installation électrique et celle de l'alimentation.

Les courants de défaut phase/masse sont limités par l'impédance de la boucle de défaut, tout en ayant une intensité inférieure à celle d'un courant de court-circuit.

Figure 4.6. Boucle de défaut dans un schéma TT



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Défaut
(4) Prise de terre de la masse (R_E)

L'un des dispositifs de protection suivants est utilisé, à savoir:
- les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
- les dispositifs de protection à maximum de courant;
- les dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut.

c.2. Vérification de la courbe de sécurité

Le dispositif de protection a un temps de fonctionnement inférieur ou égal à celui défini à la courbe de sécurité pour les tensions de contact présumées.

Toutefois des raisons impérieuses de sélectivité des moyens de protection peuvent, moyennant l'accord du fonctionnaire chargé de l'inspection, amener à un temps de fonctionnement maximum de 1 seconde pour les appareils installés à poste fixe.

La résistance R_E de dispersion de la prise de terre à laquelle sont reliées les masses de l'installation doit au moins être inférieure ou égale au quotient de la tension limite conventionnelle absolue U_L mentionnée au *tableau 2.3.*, par le courant nominal I_A de fonctionnement du dispositif de protection, c'est-à-dire:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_A}$$

Dans le cas où il est fait usage de dispositif à courant différentiel-résiduel, les valeurs du courant différentiel-résiduel nominal de fonctionnement et de la résistance de dispersion de la prise de terre sont fixées *au 4.2.4.3.d.* pour les lieux non-domestiques.

c.3. Installation du dispositif de protection à courant différentiel-résiduel

Toutes les masses protégées par un même dispositif de protection à courant différentiel-résiduel sont reliées à une même prise de terre.

Le conducteur neutre n'est pas relié à la terre en aval du dispositif différentiel.

c.4. Protection du conducteur neutre

Le conducteur neutre est isolé et installé dans les mêmes conditions qu'un conducteur de phase.

Lorsqu'en amont ou dans le circuit considéré, il n'existe pas de dispositif différentiel, une détection de surintensité est prévue sur le conducteur neutre à l'exception des cas particuliers mentionnées aux *sous-sections 4.4.5.2.* et *4.4.5.3.*

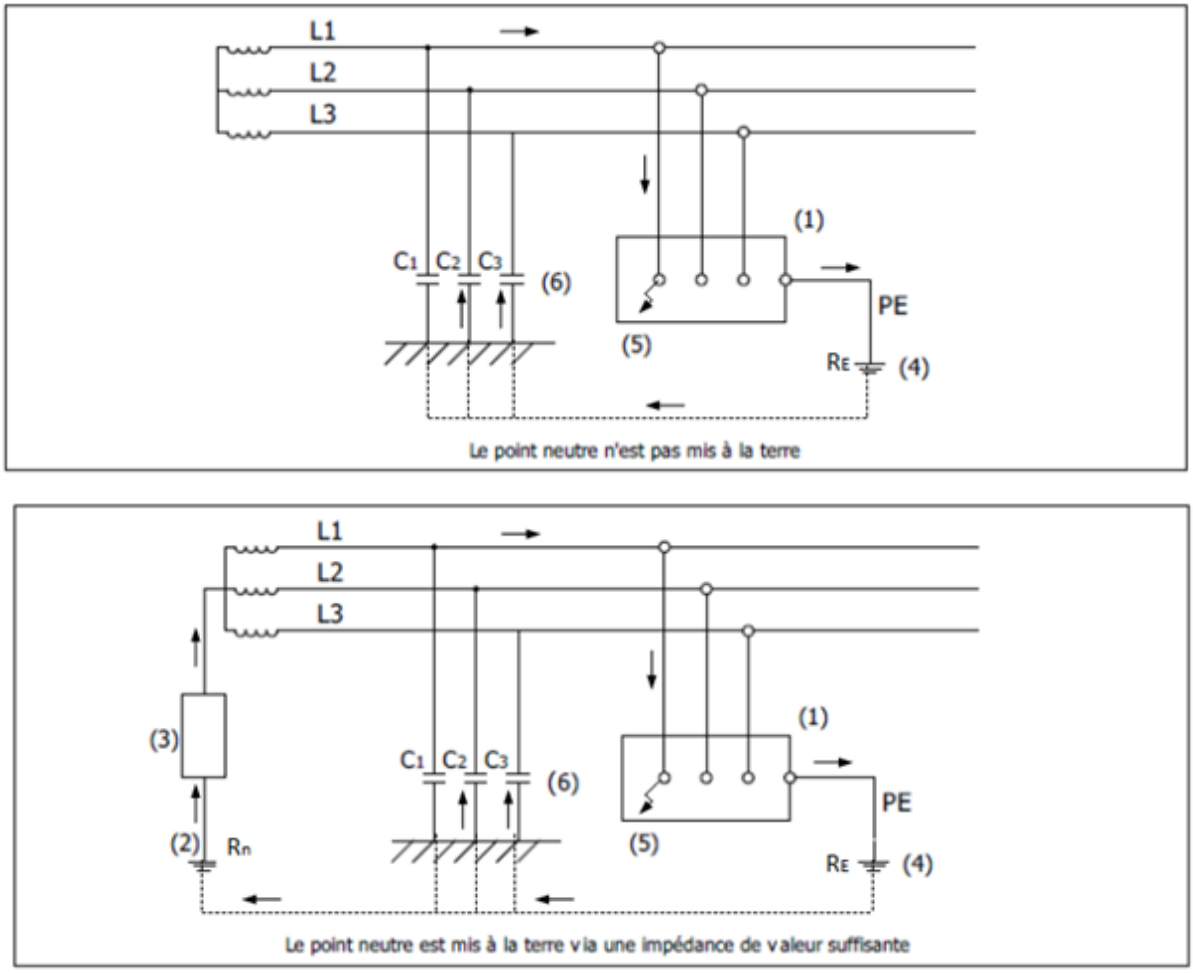
Elle provoque la coupure de l'alimentation y compris le conducteur neutre:
- soit lorsque le conducteur neutre, lors d'un défaut direct entre un conducteur de phase et la terre, présente une tension par rapport à la terre supérieure à la tension limite conventionnelle absolue;

– soit lorsque l'apparition d'un défaut franc dans ce circuit ne provoque pas le fonctionnement des dispositifs de protection des conducteurs de phase.

d. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau IT

d.1. Le schéma IT

Figures 4.7. Schéma IT (Premier défaut)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Impédance
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Capacité de fuite

L'un des dispositifs de protection suivants est utilisé, à savoir:
– les dispositifs de contrôle de l'isolement;
– les dispositifs de protection à maximum de courant;
– les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel;
– les dispositifs de protection sensibles à la tension de défaut.

d.2. Résistance de dispersion de la prise de terre des masses

La résistance de dispersion de la prise de terre R_E des masses satisfait à la condition suivante:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_d}$$

où:

I_d est le courant de défaut en cas de premier défaut franc entre un conducteur de phase et une masse. La valeur de I_d tient compte des courants de fuite et de l'impédance globale de mise à la terre de l'installation électrique.

U_L est la tension limite conventionnelle absolue mentionnée au *tableau 2.3.*

d.3. Installation du contrôleur permanent de l'isolement

L'installation électrique est contrôlée, par un dispositif de surveillance de l'isolement, s'il est nécessaire de signaler l'apparition d'un premier défaut à la masse ou à la terre d'une partie active de l'installation électrique. Ce dispositif doit:

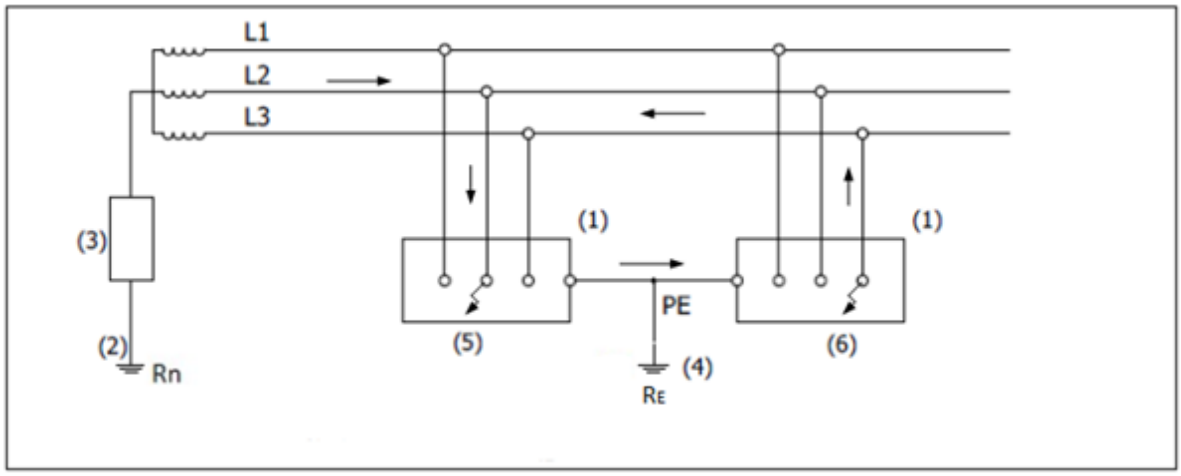
- soit actionner un signal sonore ou un signal visuel;
- soit couper automatiquement l'alimentation.

d.4. Mesures à prendre en cas d'existence d'un premier défaut d'isolement

Dès le moment où un contrôleur permanent d'isolement a signalé l'existence d'un défaut franc d'isolement, les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

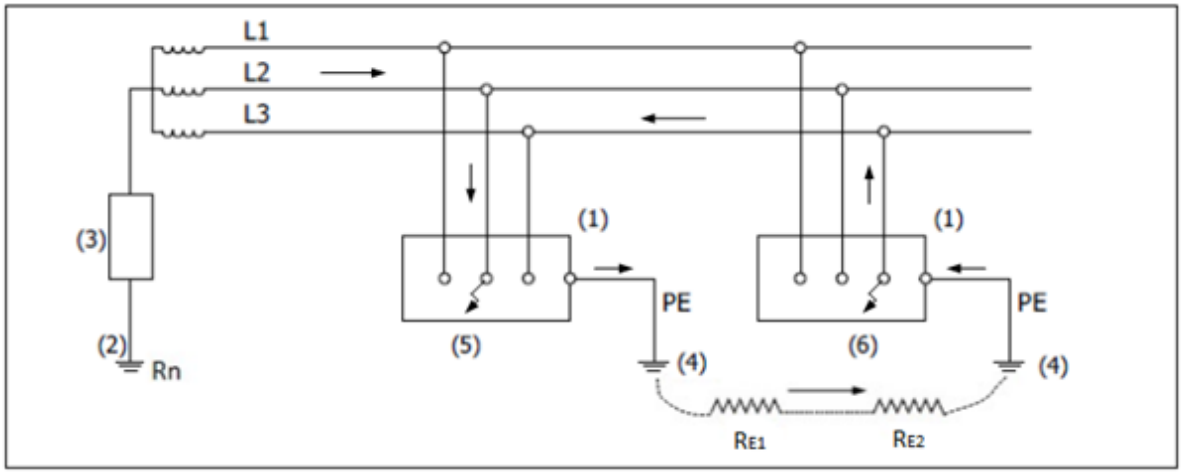
d.5. Mesures à prendre en cas d'existence de deux défauts d'isolement simultanés

Figure 4.8. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses interconnectées)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Impédance (installée ou non)
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Deuxième défaut

Figure 4.9. Schéma IT (deux défauts simultanés avec masses non interconnectées)



(1) Masse
(2) Prise de terre de l'alimentation (R_n)
(3) Impédance (installée ou non)
(4) Prise de terre de la masse (R_E)
(5) Premier défaut
(6) Deuxième défaut

Pour se prémunir contre les dangers pouvant résulter de l'existence de deux défauts d'isolement simultanés affectant deux phases différentes ou une phase et le neutre, les mesures de protection

prescrites pour les installations alimentées par un réseau TN ou TT sont prises selon que toutes les

masses sont interconnectées ou non par un conducteur de protection. Les *figures 4.8 et 4.9* s'appliquent aussi bien pour le schéma IT qu'il soit isolé de la terre ou qu'il soit relié à la terre par une impédance.

Section 4.2.4. Utilisation des mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects en BT et TBT

Sous-section 4.2.4.1. Domaine d'application

a. Généralités

A l'exception des cas signalés au *point b.* ci-après, les mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect sont toujours requises lorsqu'une personne peut toucher simultanément:
- soit une masse et un élément conducteur étranger;
- soit une masse et une paroi ou un sol non isolant;
- soit une masse et le potentiel de la terre;
- soit deux masses.

Pour les cas particuliers, les règles à suivre sont fixées à la *partie 7.*

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté, fixer les prescriptions qui sont d'application à d'autres cas particuliers et ce, chacun en ce qui le concerne.

b. Exceptions

Aucune mesure spéciale de protection ne doit être prise dans les cas suivants:
1. pour les installations dont les parties actives du matériel électrique peuvent rester nues dans le cadre de la protection contre les chocs électriques par contact direct;
2. pour les conduits métalliques apparents, pour autant que les conducteurs et câbles tirés dans ceux-ci comportent une isolation complémentaire et soient classés soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir *sous-section 2.7.1.2.*);
3. pour les potences, potelets et parties métalliques en liaison avec eux, lorsque la tension ne dépasse pas 500 V en courant alternatif ou 750 V en courant continu et qu'ils ne se trouvent pas dans le volume d'accessibilité;
4. pour les électro-aimants de contacteurs ou de relais, noyaux de transformateurs et pour les parties magnétiques de déclencheurs pour autant que ces éléments soient des masses;

Sous-section 4.2.4.2. Influences externes

Trois influences externes interviennent pour motiver le choix du matériel électrique et les mesures de protection à prendre en fonction de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects, à savoir:
- l'influence externe de l'humidité de la peau sur la résistance électrique du corps humain (BB: voir *tableau 2.3.*);
- le contact des personnes avec le potentiel de la terre (BC; voir *section 2.10.13.*);
- la présence d'eau (AD; voir *section 2.10.3.*).

Sous-section 4.2.4.3. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects en basse tension et en très basse tension

a. Lieux secs à sol et parois isolants

Dans les lieux secs (AD1) à sol et parois isolants (BC1), les prescriptions particulières de *4.2.3.3.d.* peuvent être appliquées.

b. Autres lieux

Dans les lieux autres que les lieux secs à sol et parois isolants, les mesures de protection contre les chocs électriques par contacts indirects sont:
- soit des mesures actives conformes à la *sous-section 4.2.3.4.* selon le schéma mise à la terre;
- soit, pour des emplacements ou pour du matériel donné, d'autres mesures de protection telles que:
  - l'emploi de matériel de classe II (*section 2.4.3.*) ou de sécurité contre les chocs électriques équivalant à celle de la classe II;
  - la séparation de sécurité des circuits (*4.2.3.3.c.*);

- la très basse tension de sécurité (*4.2.3.3.a.* et *sous-sections 4.2.7.3.* et *4.2.7.5.*);
- les dispositions particulières de *4.2.3.3.d.*

c. Lieux mouillés où la résistance électrique du corps humain est réduite ou très faible (BB3)

Les lieux mouillés où la résistance électrique du corps humain est réduite ou très faible (BB3), sont caractérisés par la conjugaison des influences externes suivantes:
- la présence d'eau est caractérisée par les influences externes AD6 (paquets d'eau), AD7 (immersion) ou AD8 (submersion);
- les contacts avec le potentiel de terre sont fréquents (BC3) ou continus (BC4).

Dans tous ces cas, seul l'emploi de la très basse tension de sécurité est autorisé; la tension est limitée à 12 V en courant alternatif, 18 V en courant continu non lisse et 30 V en courant continu lisse.

Toutefois, des tensions plus élevées sont admises, dans des lieux conducteurs, pour certaines applications particulières conformément aux prescriptions du *chapitre 7.4.*

d. Emploi d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel

Si un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est utilisé, la résistance de dispersion de la prise de terre ne sera pas supérieure à 500 Ω pour les lieux secs et non conducteurs et à 240 Ω pour les autres lieux.

La sensibilité du dispositif de protection est fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre, comme mentionné au *tableau 4.3*.

Tableau 4.3. Dispositif de protection à courant différentiel: sensibilité des dispositifs de protection en fonction de la résistance de dispersion de la prise de terre

Résistance de dispersion de la prise de terre		***Courant nominal différentiel-résiduel du dispositif de protection***
Lieux secs et non-conducteurs	***Autres lieux***	
jusqu'à 50 Ω	jusqu'à 24 Ω	1000 mA
de 50 à 100 Ω	de 24 à 48 Ω	500 mA
de 100 à 166 Ω	de 48 à 80 Ω	300 mA
de 166 à 500 Ω	de 80 à 240 Ω	100 mA, à haute et très haute sensibilité

Section 4.2.5. Protection contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension

Sous-section 4.2.5.1. Principes de la prévention des chocs électriques par contact indirect en haute tension

La protection contre les chocs électriques par contacts indirects doit, dans les installations à haute tension, être assurée:
1. en limitant la probabilité de l'apparition d'un défaut pouvant entraîner des tensions de contact dangereuses.
   Pour ce faire, il convient de s'assurer que:
   - le matériel électrique a été conçu, construit, choisi et installé de façon à pouvoir être utilisé en toute sécurité;
   - le matériel électrique est utilisé conformément à sa destination;
   - le matériel électrique est entretenu de manière appropriée.
2. en connectant toutes les masses de l'installation électrique à haute tension à une prise de terre;
3. en prenant toutes les mesures de protection complémentaires, selon le cas:
   - par la mise en œuvre de mesures de protection passives, et/ou,
   - par la mise en œuvre de mesures de protection actives.

Si diverses mesures de protection sont appliquées simultanément, elles ne peuvent ni s'annuler ni s'influencer négativement.

Sous-section 4.2.5.2. Installation de mise à la terre en haute tension

a. Généralités

L'installation de mise à la terre comprend:
- les prises de terre;
- les conducteurs de terre;
- les conducteurs de protection;
- les éventuelles liaisons équipotentielles.

La réalisation des éléments constituant une installation de mise à la terre est décrite *au chapitre 5.5.*

b. Valeur de la résistance de terre

b.1. Généralités

La résistance de dispersion de la prise de terre destinée à la protection est aussi faible que possible quels que soient les moyens de protection complémentaire mis en œuvre dans les installations électriques.

b.2. Valeur maximale

Excepté pour les cas mentionnés ci-dessous, la valeur de la résistance de terre (R_E) de la prise de terre est inférieure ou égale à 10 Ω.

Dans le cas où l'installation est raccordée à une terre globale, cette limite est de 15 Ω.

Si la résistivité du sol est supérieure à 150 Ωm, ces limites sont définies par la formule ci-dessous:

$$15 \frac{\rho_E \ (\Omega m)}{150 \ (\Omega m)} \ \Omega$$

avec ρ_E la résistivité locale du sol à 1 m de profondeur. Ces valeurs ne sont pas d'application pour le cas particulier défini au *point b.6.1.* de la *sous-section 5.5.2.2.*, néanmoins l'impédance de terre Z_E doit être inférieure à 1 Ω.

b.3. Valeur initiale

La valeur de la résistance de terre (R_E) est mesurée avant la mise en usage. Elle s'appelle «valeur initiale de la résistance de terre».

Sous-section 4.2.5.3. Protection passive contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension

a. Généralités

Les mesures de protection passives sont des mesures qui ne reposent pas sur la coupure de l'alimentation et qui se limitent à des machines et des appareillages électriques isolés ou à des équipements électriques locaux, afin de rendre impossible l'accès simultané de parties entre lesquelles, en raison d'un défaut dans l'installation à haute tension, la tension de contact peut atteindre une valeur dangereuse.

Cette protection consiste à prendre les mesures suivantes soit séparément soit en combinaison:
1. l'enveloppement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
2. l'isolation des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
3. l'éloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
4. la protection par écran des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers;
5. la réalisation d'une zone équipotentielle mise à la terre.

Nonobstant les mesures de protection citées ci-avant, les masses du matériel à haute tension doivent localement être mises à la terre.

b. Enveloppement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments

conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

L'enveloppement des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers, est considéré comme efficace si, dans le volume d'accessibilité au toucher:
1. l'enveloppement des masses et éléments conducteurs étrangers est réalisé de telle sorte que le niveau de rigidité correspond à la tension de contact présumée qui est au maximum égale à $U_E/2$;
2. l'enveloppement est convenablement fixé et résiste aux forces auxquelles il peut être exposé.

c. Isolation des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension ou vice versa

L'isolation des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers est considérée comme efficace si, dans le volume d'accessibilité au toucher:
1. l'isolation des masses, ainsi que des éléments conducteurs étrangers ou le positionnement isolé des éléments conducteurs étrangers, est réalisée de telle sorte que le niveau d'isolation correspond à la tension de contact présumée qui est au maximum égale à $U_E/2$;
2. les moyens d'isolation utilisés sont convenablement fixés et résistent aux forces auxquelles ils peuvent être exposés.

d. Eloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

L'éloignement des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension est considéré comme efficace lorsqu'il est impossible que des personnes puissent, dans des circonstances d'exploitation normales, accéder simultanément à une masse à haute tension d'une part, et à une masse d'une installation à une autre tension et/ou à un élément conducteur étranger d'autre part.

Cet éloignement est considéré comme suffisant lorsque la distance horizontale et verticale atteint au moins 2,5 m.

Dans les lieux du service électrique, la distance horizontale peut être ramenée à 1,25 m.

e. Protection au moyen d'obstacles des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension

Les obstacles utilisés comme écrans de protection des masses des installations à basse et très basse tension ainsi que des éléments conducteurs étrangers par rapport aux masses à haute tension sont considérés comme efficaces si, dans le volume d'accessibilité au toucher:
1. la distance à franchir entre les masses à haute tension d'une part et les masses des installations à basse et très basse tension ainsi que les éléments conducteurs étrangers d'autre part est au moins de 2,5 m; et
2. la hauteur du bord supérieur de l'obstacle s'élève au minimum à 1,25 m.

Dans les lieux du service électrique, la distance horizontale peut être réduite à 1,25 m.

Les obstacles doivent être constitués de matériaux non conducteurs, dûment fixés et résister aux forces auxquels ils peuvent être exposés.

f. Réalisation d'une zone équipotentielle mise à la terre

Toutes les masses et les éléments conducteurs étrangers accessibles simultanément doivent être reliés galvaniquement à une installation de mise à la terre locale, de telle sorte qu'en cas de défaut dans l'installation à haute tension, l'apparition de différences de potentiel supérieures à celles qui sont définies par la courbe de sécurité reprise à la *figure 2.10.* (voir sous-section *2.4.1.3.*) soit exclue. Des éléments conducteurs qui ne peuvent pas être à l'origine de différence de potentiel dangereux, ne doivent pas être mis à la terre (portes ou grilles de ventilation métalliques incorporées dans la maçonnerie...).

A cet effet, il y a lieu de prendre les mesures suivantes:
1. réalisation, au moyen d'un réseau maillé placé en dessous de l'installation, d'une zone équipotentielle mise à la terre.
   Ce réseau maillé dont les dimensions sont au moins égales à celles de l'installation est constitué:
   - soit de l'armature de la dalle de fondation, à condition que les treillis d'armatures soient reliés aux treillis voisins à au moins deux endroits et que l'ensemble soit relié par au moins deux liaisons éventuellement déconnectables à l'installation de mise à la terre locale;
   - soit d'un treillis métallique dont les mailles ont au maximum 10 m de côté.

2. maîtrise du gradient de potentiel au bord de la zone. Ceci peut se faire notamment par l'enfouissement d'une ou de plusieurs boucles de terre autour de la zone. Ces boucles de terre peuvent être complétées par des piquets de terre enfouis obliquement dans le sol. Si la maîtrise du gradient de potentiel ne peut être garantie, il y a lieu de prendre des mesures passives complémentaires, comme par exemple le recouvrement du sol par un matériau non conducteur ou le placement de clôtures isolées.

Sous-section 4.2.5.4. Protection active avec coupure automatique de l'alimentation en haute tension

a. Généralités

Cette mesure de protection vise à limiter dans le temps, par coupure de l'alimentation, les tensions de contact qui peuvent être dangereuses en cas de défaut dans l'installation à haute tension.

L'application de cette mesure nécessite:
1. la mise à la terre locale des masses du matériel à haute tension;
2. l'utilisation d'appareils de coupure du courant dotés d'une caractéristique de fonctionnement telle qu'il n'y ait pas de différences de potentiel dangereuses, en tenant compte de la valeur des impédances des boucles de défaut et des caractéristiques du réseau.

Cette mesure de protection est considérée comme remplie lorsqu'une des conditions ci-après est satisfaite:
1. pour les installations accessibles uniquement à des personnes BA4 ou BA5, les masses à haute tension bénéficient d'une mise à la terre globale et la durée du défaut ne dépasse pas 5 secondes; ou
2. l'élévation du potentiel de terre U_E (calculée ou mesurée) est limitée à la tension de contact admissible U_{Tp}:

$$U_E \leq U_{Tp}$$

Lorsque les masses à haute tension se trouvent dans le voisinage immédiat (distance horizontale < 5 m) de leur prise de terre, l'élévation du potentiel de terre peut atteindre au maximum deux fois la tension de contact admissible.

Pour déterminer l'élévation du potentiel de terre et la tension de contact d'une installation, toutes les prises de terre faisant partie de l'installation de mise à la terre peuvent entrer en ligne de compte.

La tension U_E peut être approchée par la formule

$$U_E < I_f \cdot Z_E$$

dans laquelle:
- I_f: courant de défaut phase-terre (A) présumé à l'endroit de l'installation;
- Z_E: impédance de terre (Ω).

Pour la détermination de la tension de contact admissible, des résistances additionnelles (chaussures ou surface de sol présentant une résistance élevée au passage de courant électrique) peuvent être prises en compte.

Dans ce cas, la valeur de la tension de contact admissible est définie par la formule suivante:

$$U_{STp} < U_{Tp} + (R_{a1} + R_{a2}) \cdot I_B$$

avec

$$I_B = U_{Tp} / Z_B$$

dans laquelle:
- U_{STp}: tension de contact admissible (V) entre les mains et la terre, compte tenu de la résistance de la chaussure et du revêtement de sol
- Z_B: impédance du corps humain (Ω)
- I_B: intensité corporelle (A)
- R_{a1}: résistance des chaussures (Ω)
- R_{a2}: résistance superficielle du sol (Ω)

b. Caractéristiques du réseau

Les équipements de protection visés nécessitent la coordination entre:
1. les caractéristiques du réseau; et
2. les caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de coupure.

L'exploitant du réseau à haute tension détermine le schéma-type de son réseau. Sur demande de l'installateur, l'exploitant du réseau d'alimentation à haute tension lui fournit les caractéristiques du réseau.

Sous-section 4.2.5.5. Application des mesures de protection contre les chocs électriques par contact indirect en haute tension

Lorsque les conditions de la *sous-section 4.2.5.4.* ne sont pas remplies, il convient d'appliquer des mesures de protection passive supplémentaires.

Lorsque des mesures adéquates ont été prises pour assurer la protection contre les tensions de contact, il est supposé que la protection contre les tensions de pas est également assurée.

Section 4.2.6. Prévention des chocs électriques par contact indirect suite à la propagation du potentiel

Sous-section 4.2.6.1. Généralités

Des mesures doivent être prises pour éviter qu'à la suite d'un défaut d'isolation dans une installation à haute tension, la propagation du potentiel via des conducteurs actifs, via l'installation de terre ou via des parties conductrices étrangères à l'installation, puisse donner lieu à des tensions de contact dangereuses.

A cet égard, la continuité des éléments conducteurs étrangers qui transitent entre la zone de dispersion de la prise de terre à haute tension et une zone à potentiel de sol neutre doit être interrompue par un matériau isolant adéquat.

Sous-section 4.2.6.2. Mesures à prendre

a. Mesures générales

La mise à la terre du point neutre d'une installation à basse tension, les éléments conducteurs étrangers à l'installation, les prises de terre des installations à basse ou très basse tension sont installés en dehors de la zone de dispersion de la prise de terre à haute tension.

b. Exceptions vis-à-vis des mesures générales

b.1. Les masses du matériel à basse tension et à très basse tension d'une installation de schéma TT ou IT situées dans un même local que celui de l'installation à haute tension peuvent être reliées à la mise à la terre haute tension pour autant que les prescriptions du *tableau 4.4.* soient rencontrées ou que le réseau haute tension bénéficie d'une mise à la terre globale.

b.2. Les masses du matériel BT et TBT ainsi que les éléments conducteurs étrangers, situés dans le même bâtiment que les masses HT peuvent être reliés à la mise à la terre HT pour autant qu'une liaison équipotentielle efficace soit réalisée.

Dans le cas d'une mise à la terre globale, les sections des conducteurs équipotentiels sont au moins égales à:
- la moitié de celle du conducteur de protection relié à une masse, le conducteur de terre étant exclu, si la liaison équipotentielle relie cette masse à un élément conducteur étranger;
- la plus petite section des conducteurs de protection reliés, à des masses d'appareils différents; dans ce cas, il y a lieu de s'assurer que la réalisation d'une liaison équipotentielle entre ces deux masses appartenant à des circuits de sections très différentes ne risque pas de provoquer, dans le conducteur de protection de plus faible section, le passage d'un courant de défaut provoquant une contrainte thermique supérieure à celle admissible dans ce conducteur.

En tout cas, les sections ne peuvent être inférieures à:
- 2,5 mm^2 lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement;
- 4 mm^2 lorsqu'ils ne le sont pas.

b.3. Le point neutre d'une installation à basse tension peut être raccordé à une installation de mise à la terre à haute tension à condition que:

- dans le cas d'un réseau basse tension de schéma TN, il n'y ait pas de risque de tensions de contact dangereuses dues à la propagation de potentiel via le conducteur neutre et le conducteur de protection en dehors de la zone équipotentielle;
- dans le cas d'un réseau basse tension de schéma TT, il n'y ait pas de risque de dépassement de la tension de tenue de l'isolation du matériel à basse tension.

Ces conditions sont considérées comme remplies lorsque:
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TN et les masses BT et TBT ainsi que les éléments conducteurs étrangers situés dans un même bâtiment, sont reliés ensemble par une liaison équipotentielle efficace;
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TN et l'élévation du potentiel de terre U_E des masses BT et TBT et des éléments conducteurs étrangers ne dépasse pas les valeurs indiquées au *tableau 4.4.*, dans lequel la tension de contact admissible U_{Tp} est prise égale à la tension limite relative conventionnelle $U_L(t)$ (voir sous-section *2.4.1.1.*). La tension U_E peut être approchée par la formule $U_E < I_f \cdot Z_E$, sachant que Z_E est mesurée en interconnectant temporairement la mise à la terre basse tension avec la mise à la terre haute tension;
- soit le réseau basse tension est réalisé selon le schéma TT et que le réseau haute tension bénéficie d'une mise à la terre globale.

c. Mesures particulières

Lorsqu'à l'intérieur de la zone de dispersion d'une installation de mise à la terre HT, il n'est pas possible d'éviter des tensions de contact dangereuses, suite à la propagation de potentiel, il y a lieu de rendre inaccessibles les masses des installations à basse ou à très basse tension et/ou les éléments conducteurs étrangers à l'installation qui se trouvent dans cette zone de dispersion et qui sont galvaniquement reliés à la terre neutre.

Cette inaccessibilité peut être obtenue:
- soit par obstacle;
- soit par isolement;
- soit par éloignement en dehors du volume d'accessibilité des emplacements d'entretien et de service.

Tableau 4.4. Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre

Type de réseau de l'installation BT	Durée du défaut	La mise à la terre de l'installation à basse tension et de haute tension sont communes	
		Prescriptions en matière d'élévation maximale du potentiel de terre	
		(En ce qui concerne la tension de contact transférée)	(En ce qui concerne la tension de tenue de l'isolation du matériel)
TT	$t \leq 5$ s	Pas d'application	$U_E \leq 1200$V
	$t > 5$ s		$U_E \leq 250$V
TN		$U_E \leq U_{Tp}$ (1) $U_E \leq 2 \cdot U_{Tp}$ (2)	Pas d'application

(1) Le conducteur PE(N) de l'installation à basse tension est mis à la terre uniquement par liaison à l'installation de mise à la terre à haute tension.

(2) Le conducteur PE(N) de l'installation à basse tension est mis à la terre en des points multiples, répartis aussi régulièrement que possible, pour s'assurer que le potentiel du conducteur de protection demeure, en cas de défaut, aussi proche que possible de celui de la terre.

Section 4.2.7. Mesures de protection en très basse tension

Sous-section 4.2.7.1. Alimentation en très basse tension (TBT)

La très basse tension est fournie:
1. soit par des sources d'alimentation autonomes, telles que:
   - des sources d'alimentation électrochimiques (p.ex. des batteries d'accumulation); ou bien
   - d'autres sources d'alimentation autonomes dont l'alimentation n'est pas de nature électrique;
2. soit à partir d'une installation électrique par des appareils à enroulements électriquement distincts, à condition que ces appareils soient:
   - des transformateurs de séparation;
   - des dispositifs ayant un niveau de sécurité équivalent à celui des transformateurs de séparation;
   - conçus de telle façon qu'en cas de défaut entre le primaire et le secondaire soit empêché:
     - ou la présence d'une tension de contact qui n'est pas de sécurité sur les masses du matériel à très basse tension en adoptant pour ce matériel des mesures de protection

contre les contacts indirects conformes aux *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* et *4.2.3.3.d.*;
- ou le maintien, sur les masses du matériel électrique à très basse tension, d'une tension de contact qui n'est pas de sécurité pendant des durées supérieures à celles mentionnées au *tableau 2.4.*, en connectant ces masses avec le conducteur de protection du circuit primaire et en appliquant à ce matériel des mesures de protection conformes à la *sous-section 4.2.3.4.*;

3. soit par des dispositifs électroniques où des mesures constructives ont été prises pour empêcher que, même en cas de défaut interne de ces dispositifs, la tension aux bornes de sortie ne puisse être supérieure à la tension limite conventionnelle absolue définie au *tableau 2.3.*
   Toutefois, des valeurs de tension plus élevées sont admises lorsqu'en cas de contact direct ou indirect, cette tension est réduite aux tensions limites conventionnelles absolues dans un temps déterminé par les tensions limites conventionnelles relatives définies au *tableau 2.4.*

La tension nominale de ces sources d'alimentation à très basse tension, à l'exception des sources mentionnées au *point 3.* ci-avant, ne dépasse pas les valeurs définies aux *sections 2.3.2.* et *2.3.3.*

Sous-section 4.2.7.2. Installations électriques en très basse tension fonctionnelle (TBTF)

a. Généralités

a.1. Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée:
- soit par des enveloppes ou barrières présentant au moins un degré de protection IPXX-B;
- soit par une isolation, conçue pour une tension d'essai de 1500 V à la fréquence industrielle pendant 1 minute;
- soit par éloignement.

a.2. Protection contre les contacts indirects

En cas d'un défaut d'isolation entre le réseau d'alimentation et le réseau en TBTF et en cas d'un défaut dans le réseau TBTF, il y a lieu d'empêcher que les masses du matériel électrique à très basse tension soient soumises à une tension de contact qui n'est pas de sécurité:
- soit, pendant un temps supérieur à la durée maximale définie par les tensions limites conventionnelles relatives, par l'application des mesures de protection reprises à la *sous-section 4.2.3.4.*;
- soit par l'application des mesures de protection reprises dans *4.2.3.3.b., 4.2.3.3.c.* et *4.2.3.3.d.*

a.3. Protection contre les effets thermiques et contre les surintensités

Les prescriptions du *chapitre 4.3. «Protection contre les effets thermiques»* et du *chapitre 4.4. «Protection électrique contre les surintensités»* restent entièrement d'application. Plus spécifiquement, des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut, tout particulièrement en cas d'utilisation des appareils de classe I.

b. Prises de courant

Les prises de courant à TBTF satisfont aux prescriptions suivantes:
- les fiches ne peuvent pas pouvoir entrer dans les socles alimentés sous d'autres tensions;
- les socles empêchent l'introduction de fiches conçues pour d'autres alimentations que la TBTF.

Sous-section 4.2.7.3. Installations électriques en très basse tension de sécurité (TBTS) et en très basse tension de protection (TBTP)

a. Source d'alimentation

La TBTS et la TBTP peuvent uniquement être fournies par l'une des sources d'alimentation de très basse tension mentionnée :
- soit au *point 1.* de la *sous-section 4.2.7.1.*;
- soit aux 2 premiers tirets du *point 2.* de la *sous-section 4.2.7.1.*, au terme duquel ces appareils ont un niveau de séparation équivalent à celui d'un transformateur de sécurité;
- soit au *point 3.* de la *sous-section 4.2.7.1.*, au terme duquel la valeur de tension plus élevée comme décrite au deuxième alinéa, n'est admise que pour la TBTP.

Si l'installation électrique à très basse tension de sécurité est alimentée en tension continue au moyen d'un ou plusieurs redresseurs, la valeur de la tension limite conventionnelle absolue est applicable à la sortie du transformateur sans qu'il soit fait préjudice des dispositions des *sections 2.3.2.* et *2.3.3.* en ce qui concerne la tension continue.

Les sources d'alimentation mobiles telles que les transformateurs de sécurité ou les groupes électrogènes sont choisies ou installées conformément aux prescriptions relatives aux mesures de protection concernant l'utilisation du matériel de classe II ou équivalent.

b. Parties actives

Les parties actives des circuits TBTS et TBTP sont séparées physiquement les unes des autres et d'autres circuits.

Des mesures sont prises pour réaliser une séparation de protection; cette règle n'est pas d'application à la liaison de la TBTP à la terre.

c. Canalisations électriques

Afin de réaliser la séparation de protection mentionnée au *point b.*, une des dispositions suivantes est prise:
- une séparation physique d'au moins 10 mm entre les conducteurs des circuits TBTS et TBTP et les conducteurs d'autres circuits;
- les conducteurs des circuits TBTS et TBTP doivent être munis, en plus de leur isolation principale, d'une isolation supplémentaire (gaine, conduit...);
- un câble multiconducteur ou un groupement de conducteurs peut contenir des circuits à des tensions différentes pourvu que les conducteurs des circuits TBTS et TBTP soient isolés, soit individuellement, soit collectivement, pour la tension la plus élevée mise en jeu.

d. Prises de courant

Les prises de courant à TBTS et TBTP satisfont aux prescriptions suivantes:
- les fiches ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés sous d'autres tensions que la TBTS et la TBTP;
- les socles empêchent l'introduction des fiches conçues pour des alimentations autres que la TBTS et la TBTP;
- les fiches TBTS ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés en TBTP et les fiches TBTP ne peuvent pas pouvoir entrer dans des socles alimentés en TBTS;
- les socles TBTS ne comportent pas de contact de protection ou de mise à la terre. Par contre, les socles TBTP peuvent comporter de contact de protection ou de mise à la terre.

e. Protection contre les effets thermiques et contre les surintensités

Les prescriptions du *chapitre 4.3.* «Protection contre les effets thermiques» et du *chapitre 4.4.* «Protection électrique contre les surintensités» restent entièrement d'application.

Plus spécifiquement, des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut, tout particulièrement en cas d'utilisation des appareils de classe I.

Sous-section 4.2.7.4. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTP

a. Protection contre les contacts directs

La protection contre les contacts directs doit être assurée:
- soit par des enveloppes ou barrières présentant au moins un degré de protection IPXX-B;
- soit par une isolation, conçue pour une tension d'essai de 500 V à la fréquence industrielle pendant 1 minute;
- soit par éloignement.

b. Protection contre les contacts indirects

Aucune mesure de protection contre les contacts indirects n'est nécessaire.

c. Dérogations

Nonobstant les dispositions précitées, une protection contre les contacts directs n'est pas nécessaire pour le matériel électrique TBTP situé à l'intérieur d'une zone équipotentielle mise à la terre et si la valeur de la tension nominale ne dépasse pas les valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de la *sous-section 4.2.2.1.h.*

Sous-section 4.2.7.5. Prescriptions complémentaires pour les circuits en TBTS

a. Protection contre les contacts directs

Lorsque la tension nominale du circuit est supérieure aux valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de *la sous-section 4.2.2.1.h.*, la protection contre les contacts directs doit être assurée conformément aux prescriptions de *4.2.7.4.a.*

Lorsque la tension nominale est égale ou inférieure aux valeurs reprises dans le *tableau 4.1.* de la *sous-section 4.2.2.1.h.*, aucune protection contre les contacts directs n'est nécessaire.

b. Protection contre les contacts indirects

Aucune mesure de protection contre les contacts indirects n'est nécessaire.

c. Raccordements interdits

Les parties actives du matériel électrique TBTS ne peuvent pas être reliées galvaniquement:
- à la prise de terre;
- à des parties actives appartenant à d'autres circuits;
- à des conducteurs de protection appartenant à d'autres circuits.

Les masses du matériel électrique TBTS ne peuvent pas être reliées galvaniquement:
- à la prise de terre;
- à des conducteurs de protection ou des masses d'autres installations;
- des éléments conducteurs, à moins que ceux-ci ne soient garantis contre le risque d'être portés à un potentiel supérieur à la tension limite conventionnelle absolue.

Chapitre 4.3. Protection contre les effets thermiques

Section 4.3.1. Généralités

Sous-section 4.3.1.1. Principes

Les personnes et les biens qui se trouvent à proximité de matériel électrique sont protégés contre les effets thermiques dus au fonctionnement de ce matériel et, notamment, contre les effets suivants:
- les risques de brûlures;
- les risques d'incendie:
  - combustion ou dégradation du matériau:
  - atteinte à la sécurité de fonctionnement du matériel électrique installé;
  - propagation de l'incendie par l'installation électrique;
- les risques d'explosion.

Sous-section 4.3.1.2. Définitions spécifiques

Matériau: matière intervenant dans des éléments de construction et dans la fabrication du matériel électrique.

Matériau non combustible: matériau non susceptible d'être en état de combustion. En pratique, un matériau est qualifié de non combustible lorsque, au cours d'un essai normalisé, durant lequel il est exposé à un échauffement prescrit, aucune manifestation extérieure indiquant un dégagement notable de chaleur n'est constatée.

Matériau combustible: matériau susceptible d'être en état de combustion c'est-à-dire d'être en réaction avec l'oxygène avec dégagement de chaleur, le phénomène étant généralement accompagné d'une émission de flammes et/ou d'incandescence. A cet égard, les concentrations en oxygène à considérer ne dépassent pas, sauf cas exceptionnels, celles que l'on rencontre normalement dans l'air.

Matériau inflammable (matériau propagateur de la flamme): matériau susceptible d'entrer et de rester en état de combustion en phase gazeuse, généralement avec émission de lumière pendant qu'il est soumis à une source de chaleur ou après l'y avoir été.

Matériau retardateur de flamme: matériau qui a la propriété, éventuellement après traitement, de retarder la propagation de la flamme.

Matériau auto-extinguible (matériau non propagateur de la flamme): matériau qui a la propriété d'arrêter par lui-même sa combustion, une fois enlevée la source de chaleur provoquant cette combustion.

Matériau ignifugé: matériau qui, par traitement, a acquis la propriété de supprimer ou diminuer sensiblement l'aptitude à la combustion.

Point d'éclair: température la plus basse, corrigée pour une pression de 101,325 kPa, à laquelle le liquide d'essai dégage des vapeurs, dans les conditions définies dans la méthode d'essai, en quantité telle qu'il en résulte dans le récipient d'essai un mélange vapeur/air inflammable.

Sous-section 4.3.1.3. Influences externes

Les influences externes suivantes sont prises en considération dans le choix du matériel électrique et des mesures de précautions à prendre pour la protection contre les effets thermiques:
- la nature des matières traitées ou entreposées (BE; voir *section 2.10.15.*);
- les matériaux de construction (CA; voir *section 2.10.16.*);
- les structures des bâtiments (CB; voir *section 2.10.17.*).

Section 4.3.2. Protection contre les brûlures

Sous-section 4.3.2.1. Limitations des températures du matériel électrique accessible

Les surfaces externes des enveloppes des machines, appareils et canalisations électriques disposés à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher n'atteignent pas des températures susceptibles de provoquer des brûlures aux personnes et satisfont aux limites appropriées définies au *tableau 4.5.*

Tableau 4.5. Températures maximales des surfaces extérieures du matériel électrique disposé à l'intérieur du volume d'accessibilité au toucher

Surfaces extérieures	*Températures maximales (° C)*
– des organes de commande manuels	
• *métalliques*	55
• *non-métalliques*	65
– prévues pour être touchées en service normal mais non destinées à être tenues à la main de façon continue	
• *métalliques*	70
• *non-métalliques*	80
– accessibles mais non destinées à être touchées en service normal	
• *métalliques*	80
• *non-métalliques*	90

La distinction entre surfaces métalliques et non métalliques dépend de la conductibilité thermique de la surface considérée.

Des couches de vernis et de peintures ne sont pas considérées comme modifiant la conductibilité thermique de la surface.

Par contre, certains revêtements plastiques peuvent réduire sensiblement la conductibilité thermique d'une surface métallique et permettre de la considérer comme non métallique.

Toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées dans ce tableau, sont protégées contre tout contact accidentel.

Sous-section 4.3.2.2. Installation du matériel électrique

Le matériel électrique ne répondant pas aux prescriptions de la *sous-section 4.3.2.1.* et toutes les parties de l'installation électrique susceptibles d'atteindre, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées au *tableau 4.5.* de la *sous-section 4.3.2.1.*, sont protégés contre tout contact accidentel avec les personnes, soit par éloignement, soit par séparation à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement isolants.

Les machines et appareils électriques pouvant présenter un effet de focalisation ou de concentration de la chaleur sont:
- soit éloignés d'une distance telle que les personnes ne puissent être soumises à un effet de concentration dangereuse de la chaleur;
- soit séparés de ces personnes à l'aide d'un écran en matériaux non combustibles et thermiquement

isolants.

Section 4.3.3. Protection contre l'incendie

Sous-section 4.3.3.1. Généralités

Les dispositions visées dans la *section 4.3.3.* s'appliquent à chaque lieu (local ou emplacement) et à chaque installation électrique comme par exemple des installations fixe, temporaire, intérieure, extérieure, mobile ou transportable.

Lors du choix et de l'installation du matériel électrique, des équipements, … dans un lieu, on doit tenir compte du danger d'incendie prévisible afin:
- de ne pas provoquer un incendie en fonctionnement normal;
- de limiter les conséquences de tout défaut pouvant provoquer un incendie;
- de limiter la propagation d'un incendie et la production de fumée.

Pour les installations de sécurité, les mesures de protection complémentaires contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.4.* Pour les installations critiques, les mesures de protection complémentaires éventuelles contre l'incendie sont mentionnées au *chapitre 3.5.*

Le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant doit démontrer le choix et l'installation corrects du matériel électrique et des équipements en ce qui concerne la protection contre l'incendie. Les documents qui le démontrent font partie du dossier de l'installation électrique (voir *section 9.1.1.*) ou ils sont tenus à disposition de toute personne concernée qui peut les consulter. Ces documents sont entre autres les fiches techniques et les notices d'instructions du matériel électrique, les analyses des risques, le document des influences externes, …

Sous-section 4.3.3.2. Définitions spécifiques

Ouvrage de construction: structure liée au sol qui est faite de matériaux de construction et de composants et/ou qui résulte de travaux de construction. Dans ce contexte, la préparation du sol (plantations, semences, ...) à des fins agricoles n'est pas considérée comme ouvrage de construction.

Bâtiment: tout ouvrage de construction qui constitue un espace couvert accessible aux personnes, entouré totalement ou partiellement de parois.

Ouvrage de génie civil: chaque ouvrage de construction non classé en bâtiment tel que par exemple pont, tunnel, …

Compartiment: partie d'un bâtiment éventuellement divisée en locaux ou partie d'un ouvrage de génie civil, et délimitée par des parois dont la fonction est d'empêcher, pendant une durée déterminée, la propagation d'un incendie au(x) compartiment(s) contigu(s).

Voie d'évacuation: chemin continu et sans obstacle permettant d'atteindre un lieu sûr en utilisant les voies de circulation normales. On entend par lieu sûr: lieu situé à l'extérieur de l'ouvrage de construction ou, le cas échéant, la partie de l'ouvrage de construction située en dehors du compartiment où se développe l'incendie et à partir de laquelle on peut quitter l'ouvrage de construction sans devoir passer par ce compartiment.

Sous-section 4.3.3.3. Classification du danger d'incendie dans un lieu

a. Généralités

Le danger d'incendie dans un lieu est défini sur base des trois influences externes suivantes:

- la nature et la quantité des matières traitées et entreposées (BE);
- la combustibilité des matériaux de construction (CA);
- la structure (CB).

On distingue deux niveaux possibles de danger d'incendie dans un lieu:

- le danger d'incendie normal;
- le danger d'incendie accru.

Les lieux avec un danger d'incendie normal sont caractérisés par l'ensemble des trois influences externes suivantes: BE1, CA1 et CB1.

Les lieux avec un danger d'incendie accru sont caractérisés par au moins l'une des influences externes suivantes: BE2 ou BE3 ou CA2 ou CB2.

b. Lieux particuliers

Les installations électriques dans un lieu caractérisé par l'influence externe CB3 ou CB4 peuvent être réalisées sur base d'une analyse des risques comme celles dans un lieu avec un danger d'incendie accru.

Les lieux avec un transformateur de puissance ou un générateur ne sont pas nécessairement considérés comme des lieux à danger d'incendie accru; ceci fait partie de la détermination des influences externes (*section 9.1.5.*).

Sous-section 4.3.3.4. Classification des conducteurs isolés et des câbles

a. Champ d'application

La classification est d'application pour les conducteurs isolés et les câbles d'énergie.

La classification est aussi d'application pour les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande.

b. Réaction au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une réaction au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux classes reprises dans le *tableau 4.6.* conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Les classes C, C_L, E et E_L mentionnées dans la *section 5.2.8.* sont aussi à considérer conformément au règlement délégué (UE) 2016/364. Ces classes concernent:

- les produits de construction à l'exception des revêtements de sol, des produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie et des câbles électriques (classes C et E);
- les produits linéaires d'isolation thermique de tuyauterie (classes C_L et E_L).

Tableau 4.6. Classes des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

<table>
<tr><th>Type de conducteur isolé et câble</th><th>Classe</th><th>Contribution à l'incendie</th><th>Classification supplémentaire</th></tr>
<tr><td>Incombustible</td><td>A_{ca}</td><td>Aucune</td><td></td></tr>
<tr><td>Conducteurs isolés et câbles à performance au feu supérieure</td><td>$B1_{ca}$</td><td>Minime</td><td rowspan="4">Production de fumée :
s1 indiqué par s1 ou s1a ou s1b
s2
s3

Acidité des fumées :
a1
a2
a3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Conducteurs isolés et câbles à performance au feu améliorée</td><td>$B2_{ca}$</td><td>Très limitée</td></tr>
<tr><td>C_{ca}</td><td>Limitée</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Conducteurs isolés et câbles standards</td><td>D_{ca}</td><td>Moyenne</td></tr>
<tr><td>E_{ca}</td><td>Elevée</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Conducteurs isolés et câbles sans performance au feu</td><td>F_{ca}</td><td>Très élevée</td></tr>
</table>

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Les conducteurs isolés et les câbles ayant les caractéristiques décrites dans le *tableau 4.7.* peuvent être uniquement placés dans les situations suivantes:

1. installations électriques qui ne sont pas situées dans les bâtiments;
2. installations électriques qui ne sont pas situées dans les ouvrages de génie civil;
3. installations électriques d'un procédé industriel destiné à fabriquer ou à transformer mécaniquement ou chimiquement des matériaux, des biens ou des produits en grande quantité. Les exemples sont: chaîne d'assemblage d'un produit, installation de laminage, installation de raffinage du pétrole et le parc de réservoirs associé, …
   Une installation électrique qui assure le fonctionnement général d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil n'est pas considérée comme une installation électrique d'un procédé industriel. Comme par exemple:
   - installations d'éclairage et prises de courant;

- installations HVAC;
- installations d'informatique;
- installations d'une source d'alimentation autonome (groupe électrogène, installation photovoltaïque, …);
- installations électriques ou parties d'installations électriques dans une cabine haute tension alimentant les installations d'un bâtiment ou d'un ouvrage de génie civil;
- alimentation d'une installation de protection contre l'incendie (détection, alarme, …);
- alimentation d'une installation de surveillance (caméra, détection intrusion, …);
- alimentation des appareils de levage (ascenseur, monte-charge, …).

4. les conducteurs isolés ou câbles qui entrent dans un bâtiment ou dans un ouvrage de génie civil si les deux conditions suivantes sont respectées:
   - leur longueur dans le bâtiment ou dans l'ouvrage de génie civil n'excède pas 10 mètres;
   - leur installation se limite au premier compartiment.

Tableau 4.7. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur réaction au feu

Caractéristiques		
F	Réaction primaire au feu: qualifie l'aptitude du conducteur isolé ou câble à propager le foyer initial et se divise en deux sous-catégories de sévérité croissante caractérisées comme suit:	
	F1	concerne les conducteurs isolés ou câbles qui, isolément et dans les conditions d'essai, ne propagent pas la flamme et s'éteignent d'eux même à peu de distance du foyer qui les a enflammés.
	F2	concerne les conducteurs isolés ou câbles F1 en faisceaux et en position verticale qui dans les conditions d'essai ne propagent pas la flamme.
S	Réaction secondaire au feu: caractérise les effets secondaires du feu et qualifie les composants non métalliques des conducteurs isolés ou câbles quant à l'opacité des fumées (sous-catégorie SD) et l'acidité des produits de combustion (sous-catégorie SA).	
	SD	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas opaques
	SA	Conducteur isolé ou câble dont les gaz de combustion ne sont pas corrosifs

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes. Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions et le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions peuvent, par arrêté, prendre des dispositions concernant l'usage de ces conducteurs isolés et câbles.

c. Résistance au feu des conducteurs isolés et des câbles

Les conducteurs isolés et les câbles ont une résistance au feu qui est indiquée et appréciée conformément aux caractéristiques reprises dans le *tableau 4.8.* et ils peuvent être placés dans tout type de lieu. Pour la classification concernant la réaction au feu, le *tableau 4.7.* est d'application.

Ne doivent pas répondre aux exigences concernant les caractéristiques du *tableau 4.8.*:
- les conducteurs isolés constituant le câble;
- le câblage interne des tableaux de manœuvre et de répartition et des ensembles de manœuvre et de répartition.

Tableau 4.8. Caractéristiques des conducteurs isolés et câbles du point de vue de leur résistance au feu

Caractéristiques		
FR	Résistance au feu: caractérise la capacité d'un conducteur isolé ou câble à assurer son fonctionnement malgré le foyer d'incendie. Cette catégorie se divise en deux sous-catégories:	
	FR1	porte sur des essais qui permettent d'apprécier le maintien de la fonction électrique dans des conditions de laboratoire (conducteur isolé ou câble testé seul)
	FR2	porte sur un essai qui permet d'apprécier la durée pendant laquelle le maintien de la fonction électrique est assuré (conducteur isolé ou câble testé avec support et fixation)

Les conditions d'essai sont reprises dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes.

Si toutes les parties constituantes d'un ensemble (système de support, conducteur isolé, câble et fixation) ont chacune la résistance au feu requise pour le maintien de la fonction et si celles-ci sont installées conformément aux prescriptions des fabricants, alors l'ensemble est considéré comme ayant une caractéristique équivalente à FR2.

Tout conducteur isolé ou câble ajouté au système de support d'un ensemble ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 doit avoir la caractéristique FR2 ou FR1.

Sous-section 4.3.3.5. Mesures de protection générales contre l'incendie

a. Le matériel électrique

Le choix et l'utilisation du matériel électrique doivent répondre aux prescriptions de la *sous-section 5.1.1.2.* et de la *section 5.2.8.*

Le matériel électrique installé sur des matériaux combustibles est:
- soit pourvu d'une enveloppe en matériau non combustible, ignifugé ou auto-extinguible;
- soit complètement séparé de ces matériaux combustibles par des éléments en matériaux non combustibles, ignifugés, ou auto-extinguibles.

Le matériel électrique présentant un effet de concentration ou focalisation de la chaleur est:
- soit installé sur ou à l'intérieur de matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique;
- soit éloigné de tous les objets ou parties d'un ouvrage de construction d'une distance suffisante telle que ceux-ci ne puissent être soumis à un effet de concentration ou de focalisation dangereuse de la chaleur;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction par des matériaux supportant une telle concentration ou focalisation de la chaleur et présentant une faible conductivité thermique.

Si le matériel électrique est, soit en fonctionnement normal, soit en cas d'avarie ou de fausse manœuvre, susceptible de projeter des étincelles ou des flammes, il est:
- soit installé à une distance suffisante de tous les objets ou de toutes parties d'un ouvrage de construction qu'il pourrait endommager;
- soit séparé de ces objets ou parties d'un ouvrage de construction à l'aide d'un écran thermiquement isolant, construit en matériaux non combustibles, ignifugés, auto-extinguibles ou matériaux résistants aux arcs;
- soit complétement enfermé dans des matériaux résistant aux arcs.

b. Conducteurs isolés et câbles

b.1. En basse tension et en très basse tension

Les conducteurs isolés et les câbles d'énergie sont au moins conformes aux prescriptions de la sous-*section 5.2.8.1.*

Les câbles des installations enfichables (systèmes de coupleurs d'installation pour connexions permanentes) et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande doivent répondre aux prescriptions de la *sous-section 5.2.8.1.*

Les conducteurs isolés et les câbles visés aux 1er et 2ème alinéas sont conformes à la caractéristique ou classe de la *sous-section 5.2.8.1. point c.*:
- pour les lieux BE3, et
- pour les modes de pose suivants: vide de construction et moulures, plinthes ou chambranles constitués de matériaux combustibles.

b.2. En haute tension

Les conducteurs isolés et les câbles d'énergie sont au moins conformes aux prescriptions de la sous-*section 5.2.8.2.*

Les conducteurs isolés et les câbles visés au 1er alinéa sont conformes à la caractéristique ou classe de la *sous-section 5.2.8.2. point c.* pour les lieux BE3.

c. Courant de fuite ou de défaut dangereux

Des mesures sont prises pour éviter qu'un courant de fuite ou de défaut dangereux ne se maintienne en service normal ou lors d'un défaut. Ces mesures sont coordonnées avec celles prises dans le cadre de la protection contre les chocs électriques ou lors de la protection contre les surintensités.

Sous-section 4.3.3.6. Mesures de protection complémentaires contre l'incendie dans les lieux présentant un danger d'incendie accru

a. Généralités

Dans les lieux BE2 et BE3, les installations électriques sont limitées à celles nécessaires à l'exploitation de ces lieux.

Dans les lieux BE2, les conducteurs isolés et les câbles visés au 1er alinéa du *point c.* de la *sous-section 4.3.3.6.* peuvent être aussi installés.

Dans les lieux caractérisés par l'influence externe BE3, les prescriptions du *chapitre 7.3.* sont d'application.

b. Le matériel électrique

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, interdire l'utilisation de certains matériels électriques dans les lieux présentant un danger d'incendie accru.

En basse tension et en très basse tension: Dans les emplacements de stockage et de traitement de matières combustibles et de liquides inflammables avec un point d'éclair supérieur à 55 °C (BE2):

- le matériel électrique est construit de manière telle que la température de ses parties accessibles ne puisse pas provoquer l'inflammation des matières combustibles et des liquides inflammables se trouvant à proximité;
- le matériel électrique est approprié à ces lieux, en particulier leurs enveloppes. En cas de présence de poussières (AE4), les enveloppes ont au moins un indice de protection IP5X et pour les appareils d'éclairage celui-ci est au moins IP6X;
- les moteurs commandés automatiquement ou à distance, ou non surveillés en permanence, doivent être protégés contre les températures excessives par des dispositifs de protection contre les surcharges avec réarmement manuel ou par des dispositifs analogues. Le réarmement automatique est autorisé selon les prescriptions de la *sous-section 5.3.3.6.* (dispositifs à refermeture automatique pour dispositifs de protection). Les moteurs à démarrage étoile-triangle, sans commutation automatique d'étoile à triangle, doivent être aussi protégés contre les températures excessives dans le couplage étoile;
- lors de l'utilisation de système de chauffage électrique ou de ventilation, la présence de poussière et la température de l'air doivent être telles qu'un danger d'incendie ne puisse se présenter. Les dispositifs de limitation de température doivent être à ré-enclenchement manuel. Les appareils de chauffage électrique doivent être placés sur des matériaux incombustibles et ceux situés à proximité de matières combustibles et de liquides inflammables doivent être fournis avec des barrières appropriées empêchant l'inflammation de ces matières et liquides. Les chauffages à accumulation doivent être installés d'une manière telle que le transport de la poussière et/ou des fibres vers la résistance chauffante soit empêché.

En haute tension: Dans les emplacements de stockage et de traitement de matières combustibles et de liquides inflammables avec un point d'éclair supérieur à 55 °C (BE2):

- le matériel électrique est construit de manière telle que la température de ses parties accessibles ne puisse pas provoquer l'inflammation des matières combustibles et des liquides inflammables se trouvant à proximité;
- le matériel électrique est approprié à ces lieux, en particulier leurs enveloppes. En cas de présence de poussières (AE4), les enveloppes ont au moins un indice de protection IP5X;
- les moteurs commandés automatiquement ou à distance, ou non surveillés en permanence, doivent être protégés contre les températures excessives par des dispositifs de protection contre les surcharges avec réarmement manuel ou par des dispositifs analogues. Le réarmement automatique est autorisé selon prescriptions de la *sous-section 5.3.3.7.* (dispositifs à refermeture automatique pour dispositifs de protection). Les moteurs à démarrage étoile-triangle, sans commutation automatique d'étoile à triangle, doivent être aussi protégés contre les températures excessives dans le couplage étoile.

c. Les conducteurs et les câbles dans les lieux BE2

Les conducteurs isolés et câbles qui traversent de tels lieux, mais qui ne sont pas destinées à l'alimentation de ces lieux ne peuvent comporter aucune dérivation ou connexion à moins que ces dérivations ou connexions ne se trouvent dans une enveloppe présentant une résistance au feu de minimum une ½ heure. Ces conducteurs isolés et câbles doivent être protégées contre les surcharges et contre les courts-circuits par des dispositifs de protection se trouvant en amont et en dehors du lieu concerné.

Les conducteurs nus ne peuvent être installés que dans des tableaux de manœuvre et de répartition et dans des ensembles de manœuvre et de répartition.

d. Courant de fuite ou de défaut dangereux

d1. En basse tension et en très basse tension

Le schéma TN-C est interdit dans les lieux caractérisés par les influences externes BE2 et/ou BE3 et/ou CA2.

Dans les lieux caractérisés par les influences externes BE2 et/ou CA2, il est admis que le tableau principal de répartition et de manoeuvre dans ces lieux soit alimenté en schéma TN-C.

En schéma IT, lorsque la coupure automatique constitue un risque plus élevé du point de vue de la sécurité que le risque dû à la présence de courants de défaut ou de courant de défauts à la masse, un contrôleur d'isolement est prévu et raccordé à un système adéquat de signalisation. Des mesures organisationnelles sont prises pour remédier immédiatement à l'état dangereux signalé.

En schéma TN-S, il est toléré de ne pas mettre de dispositif de protection à courant différentiel résiduel pour les circuits basse tension pour autant:
- qu'une liaison équipotentielle supplémentaire soit installée avec dans ce cas-ci une section minimale de 10 mm²; et
- que les points de raccordement de la liaison équipotentielle supplémentaire à une masse soient visibles de l'extérieur.

d2. En haute tension

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures à prendre pour la protection contre les courants de fuite ou de défaut.

Sous-section 4.3.3.7. Mesures de protection particulières contre l'incendie

a. Production de fumée en cas d'incendie

L'utilisation de conducteurs isolés et de câbles d'énergie ayant les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 est exigée pour les lieux visés dans le *tableau 4.9.*

Tableau 4.9. Lieux
visés par la sous-section 4.3.3.7. point a.1er alinéa

Lieux
Voies d'évacuation dans les ouvrages de construction (par exemple cages d'escalier et couloirs) à l'exception de celles situées à l'intérieur des unités d'habitation
Locaux recevant du public pouvant accueillir au minimum 50 personnes (salles pour séminaires, halls sportifs, salles de spectacle …)
Tunnels considérés comme ouvrages d'art

L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base d'une analyse des risques ou d'exigences légales si d'autres lieux non visés par le *tableau 4.9.* et dont l'évacuation de ces lieux peut être influencée par la production de fumée en cas d'incendie doivent respecter la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*

L'exploitant ou son délégué établit la liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile visés par la prescription du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.7.*, en spécifiant la référence pour chaque lieu (analyse des risques ou exigence légale ou *tableau 4.9.*). La liste des voies d'évacuation et des lieux à évacuation difficile et l'analyse des risques sont tenues à la disposition de l'organisme agrée et du fonctionnaire chargé de la surveillance.

Lors d'un contrôle de conformité avant mise en usage ou d'une visite de contrôle d'une installation, le plan d'évacuation sur lequel figurent les voies d'évacuation est présenté à l'organisme agréé chargé du contrôle ou de la visite.

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câble, les jonctions et les boîtes de dérivation installés dans les lieux visés dans la liste précitée et qui ne sont pas encastrés doivent être sans halogène ou présentent un niveau de sécurité équivalent.

En basse et en très basse tension:

Les câbles des installations enfichables (systèmes de coupleurs d'installation pour connexions permanentes) et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande doivent aussi répondre à cette prescription.

Cette exigence n'est pas d'application:

1. pour les conducteurs isolés et les câbles installés avec les modes de pose suivants:
   - les conducteurs isolés sous conduit encastrés à une profondeur minimale de 3 cm dans un revêtement non-combustible;
   - les câbles avec ou sans conduit encastrés à une profondeur minimale de 3 cm dans un revêtement non-combustible;
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités:
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*
     - *des câbles souterrains, ou*
     - *des câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible, ou*
     - *des conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible,*

     montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m. Cette exception des extrémités n'est toutefois pas admise:
     - *pour les conducteurs isolés et les câbles pour le raccordement à un réseau de distribution basse tension montés à l'air libre ou en montage apparent;*
     - *pour les câbles dérivés avec ou sans conduit, montés à l'air libre ou en montage apparent;*
     - *pour les conducteurs isolés dérivés sous conduits, montés à l'air libre ou en montage apparent.*
2. pour les conducteurs isolés installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (conducteurs isolés et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
3. pour les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (câbles et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
4. pour le câblage interne des tableaux de répartition et de manœuvre;
5. pour les conducteurs isolés constituant le câble;
6. pour les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou d'un appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une déclaration de conformité UE.

Les conducteurs isolés et les câbles (basse tension et très basse tension) qui n'existent pas avec les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 doivent être installés conformément aux exceptions des *points 1., 2.* et *3.* mentionnées dans l'alinéa précédent.

En haute tension:

Cette exigence n'est pas d'application:

1. pour les conducteurs isolés et les câbles installés avec les modes de pose suivants:
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités:
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*
     - *des câbles souterrains,*

     montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m.
2. pour les conducteurs isolés installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (conducteurs isolés et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
3. pour les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) qui assure pour l'ensemble (câbles et matériau) une caractéristique (SA et SD) ou une classe (a1 et s1) équivalente;
4. pour le câblage interne des ensembles de manoeuvre et de répartition;
5. pour les conducteurs isolés constituant le câble;

6. pour les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou d'un appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une norme produit.

Les conducteurs isolés et les câbles (haute tension) qui n'existent pas avec les caractéristiques SA et SD ou les classifications supplémentaires a1 et s1 doivent être installés conformément aux exceptions des *points 1., 2.* et *3.* mentionnées dans l'alinéa précédent.

b. Lieux avec transformateur de puissance à haute tension contenant un diélectrique liquide combustible

Des mesures constructives sont prises pour éviter en cas de fuites une dispersion des diélectriques liquides combustibles. Pour ceci, aucun matériau combustible ne peut être utilisé.

Les éléments de séparation (murs, sols, plafonds, portes, ouvertures de ventilation, …) entre un local avec un transformateur visé au *point b.* et les locaux adjacents présentent une résistance au feu d'au moins 1 heure, conformément aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

L'une des dispositions suivantes est toujours d'application:
- soit le transformateur est protégé individuellement par un dispositif de protection électrique efficace contre les effets thermiques causés par des défectuosités internes;
- soit une fosse d'extraction est installée pouvant recueillir le volume du liquide diélectrique du transformateur et en assure l'extinction naturelle.

c. Lieux avec transformateur de puissance à haute tension sec

Des mesures constructives sont prises pour éviter une focalisation de la chaleur dans les lieux avec un transformateur de puissance à haute tension sec.

Les transformateurs de puissance haute tension secs sont équipés d'une protection qui déconnecte le transformateur lorsque sa température maximale admissible est atteinte.

En dérogation du 2ème alinéa du *point c.*, il est admis de ne pas déclencher le transformateur si les conditions suivantes sont remplies:
- le transformateur est équipé d'une enveloppe non pénétrable offrant une protection suffisante contre la projection de pièces lors d'une explosion interne;
- la température du transformateur est surveillée en permanence;
- le dépassement de la température maximale admissible est immédiatement signalé au personnel d'exploitation;
- le personnel d'exploitation est suffisamment qualifié et formé pour prendre les mesures correctes pour prévenir des dégâts au transformateur;
- il y a assez de temps pour prendre les actions nécessaires afin que le transformateur puisse être déclenché manuellement ou que la température du transformateur puisse être ramenée jusqu'à la température normale de service.

d. Lieux avec matériel électrique contenant un diélectrique liquide combustible

Les prescriptions du *point d.* ne concernent pas les transformateurs visés au *point b.*

Lorsque, dans un même local, la capacité totale de diélectrique liquide avec un point d'éclair inférieur à 300°C :
- soit dépasse 25 l dans un appareil ou une machine électrique,
- soit dépasse 50 l pour l'ensemble des appareils et machines électriques,

les prescriptions suivantes sont d'application:
- des mesures constructives sont prises pour éviter en cas de fuites une dispersion des diélectriques liquides combustibles. Pour ceci, aucun matériau combustible ne peut être utilisé;
- les éléments de séparation (murs, sols, plafonds, portes, ouvertures de ventilation, …) entre ce local et les locaux adjacents présentent une résistance au feu d'au moins 1 heure, conformément aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté, chacun en ce qui le concerne, fixer des dispositions particulières concernant ces lieux.

e. Lieux avec batterie contenant un électrolyte inflammable

Les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières concernant ces lieux.

Les prescriptions spécifiques du *chapitre 7.5.* (batteries d'accumulateurs industriels) sont aussi d'application.

Section 4.3.4. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Des dispositions spécifiques s'appliquent aux installations électriques dans les emplacements à risques d'explosion (voir *chapitre 7.3.*).

Chapitre 4.4. Protection électrique contre les surintensités

Section 4.4.1. Généralités

Sous-section 4.4.1.1. Principe

La protection électrique contre les surintensités est destinée à éviter que le matériel électrique ne soit parcouru par des courants qui lui sont nuisibles ainsi qu'à son environnement.

Cette protection est réalisée au moyen d'un ou plusieurs dispositifs qui interrompent le courant avant que ne se soit produit un échauffement dangereux pour l'isolation, les connexions, les canalisations électriques et leur environnement.

Sous-section 4.4.1.2. Surintensités

Les surintensités qui peuvent parcourir les conducteurs d'un circuit sont de trois sortes, à savoir:

1. les courants de surcharges dus à une augmentation de la puissance absorbée par les appareils d'utilisation au-delà de la capacité normale de la canalisation électrique, par exemple:
   - à la suite du calage de l'appareil d'utilisation dû à une surcharge mécanique;
   - à la suite d'adjonction d'appareils d'utilisation supplémentaires sans accroissement de la section des conducteurs;
   - à la suite du remplacement d'appareils d'utilisation par des appareils plus puissants sans adaptation adéquate de la canalisation électrique;
2. les courants de court-circuit impédant du matériel électrique; ces défauts provoquant des courants à allure de surcharge proviennent du passage du courant au travers de l'isolation devenue défectueuse;
3. les courants de court-circuit.

Les surintensités provoquées par l'inadaptation des canalisations électriques aux conditions d'exploitation sont éliminées par le renforcement de la capacité des canalisations électriques d'alimentation.

Sous-section 4.4.1.3. Dispositif de protection commun en basse tension et en très basse tension

Un dispositif unique peut être installé pour la protection contre les surcharges et la protection contre les courts-circuits, pour autant que des caractéristiques combinent les fonctions imposées aux *sous-sections 4.4.2.1.* et *4.4.4.2.*

Sous-section 4.4.1.4. Dispositifs de protection placés en série en basse tension et en très basse tension

Si la protection contre les surcharges et la protection contre les courts-circuits sont assurées par des dispositifs distincts, leurs caractéristiques sont coordonnées de manière telle que l'énergie que laisse passer le dispositif de protection contre les courts-circuits ne soit pas supérieure à celle que peut supporter sans dommage le dispositif de protection contre les surcharges ainsi que la canalisation électrique protégée.

L'utilisation d'un dispositif de protection possédant un pouvoir de coupure inférieur au courant de court-circuit présumé, au point où il est installé, est admise mais ne dispense pas d'installer en amont un autre dispositif ayant au moins le pouvoir de coupure nécessaire. Dans ce cas, les caractéristiques du dispositif placé en amont sont telles que l'énergie qu'il laisse passer, n'est pas supérieure à celle que

peuvent supporter sans dommage le dispositif placé en aval et les canalisations électriques protégées par ces dispositifs.

Lorsque plusieurs dispositifs de protection sont placés en série, ils peuvent être coordonnés de façon qu'en cas de court-circuit en aval, le dispositif de protection amont agisse pour limiter l'énergie traversant les dispositifs situés en aval à une valeur inférieure à celle que peuvent supporter les dispositifs avals et les canalisations électriques protégées par ces dispositifs en accord avec le *point b.* de la *sous-section 4.4.2.2.*

Lorsque le dispositif de protection en aval est un disjoncteur et le dispositif de protection amont est un fusible ou un disjoncteur, cette technique permet au disjoncteur aval d'avoir un pouvoir de coupure ultime renforcé.

Lorsque les dispositifs de protection en série sont des disjoncteurs, la protection d'accompagnement est appelée filiation.

Pour déterminer les caractéristiques de la filiation, il est nécessaire de demander les tableaux de filiation des dispositifs de protection établis conformément aux normes produit sur les disjoncteurs.

Sous-section 4.4.1.5. Courant admissible dans les canalisations électriques

Le courant admissible I_Z d'une canalisation électrique est fonction:
- de la section des conducteurs;
- de l'isolation des conducteurs;
- de la constitution de la canalisation électrique;
- du mode de pose et de l'environnement des canalisations électriques;
- de la température ambiante.

Sa valeur est telle que l'échauffement par effet Joule des conducteurs ne porte pas l'isolation à une température supérieure à celle que peut supporter indéfiniment l'isolation sans compromettre ses qualités.

Elle est calculée conformément aux règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.

Sous-section 4.4.1.6. Réseaux de distribution et de transport

La protection contre les surintensités est réalisée selon les sous-sections *4.4.2.1.*, *4.4.4.2.* et *5.2.4.2.*

Toutefois, dans les réseaux des gestionnaires de réseaux, il est admis que la valeur du courant admissible I_z soit fixée conformément aux règles de l'art et qu'elle dépende, en outre, des conditions d'exploitation, comme par exemple des charges cycliques:
- en matière de protection contre les surcharges et les courants de court-circuit impédant, des conditions d'exploitation peuvent amener à diminuer la durée de vie de l'isolant des câbles dans les limites des règles de l'art;
- en ce qui concerne les courants de court-circuit, la protection fonctionnera dans les temps les plus brefs compatibles avec la sélectivité de la protection de l'ensemble du réseau.

Le Ministre ayant dans ses attributions l'Energie fixe, par arrêté, les conditions particulières auxquelles doivent répondre les réseaux des gestionnaires de réseaux.

Sous-section 4.4.1.7. Branchements des utilisateurs de réseau

Les branchements des utilisateurs de réseau sont réalisés selon les règles de l'art.

Section 4.4.2. Protection contre les courts-circuits en basse et très basse tension

Sous-section 4.4.2.1. Dispositif de protection contre les courts-circuits

Les dispositifs assurant la protection contre les courts-circuits répondent aux deux conditions suivantes:
1. leur pouvoir de coupure est au moins égal au courant de court-circuit présumé, ainsi que défini par les règles de l'art, au point où ce dispositif est installé;
2. le temps de fonctionnement des dispositifs, c'est-à-dire de coupure de courant résultant d'un court-circuit franc se produisant en un point quelconque du circuit, n'est pas supérieur au temps nécessaire pour élever la température des conducteurs à la limite admissible; pour les courts-circuits d'une durée au plus égale à 5 secondes, la durée nécessaire pour qu'un courant de court-circuit

élève la température des conducteurs à la limite admissible peut être déduite de la formule suivante:

$$\sqrt{t} = \mathrm{k} \cdot \frac{S}{I}$$

dans laquelle:
t: le temps en secondes
S: la section, en mm², des conducteurs;
I: l'intensité, en A, du courant de court-circuit franc;
k: une constante dont la valeur dépend de la nature du métal du conducteur et de son isolation; les différentes valeurs de k sont fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 4.4.2.2. Emplacement des dispositifs de protection

a. Principe

Un dispositif de protection contre les courts-circuits est placé à l'origine de tout circuit constitué de canalisations électriques ayant des caractéristiques équivalentes.

Il est toutefois permis de ne pas installer un dispositif de protection contre les courts-circuits à l'origine d'un circuit à condition de vérifier que le dispositif de protection placé en amont puisse encore assurer sa fonction.

b. Dispense

Par dérogation au *point a.* ci-avant, le dispositif de protection peut être placé sur la canalisation électrique jusqu'à une distance de 3 m au maximum de l'origine du circuit à la condition que:
- la portion de canalisation électrique située entre l'origine et le dispositif de protection ne comporte aucun dispositif susceptible d'être la cause d'échauffements particuliers comme, par exemple, des connexions, des dérivations, des réductions de section, de l'appareillage;
- la dite portion de canalisation électrique ne soit pas placée à proximité de matériaux combustibles.

Il est admis de se dispenser de toute protection contre les courts-circuits, outre les cas mentionnés à la *sous-section 5.2.4.2.*, lorsqu'une canalisation électrique est de courte longueur et réalisée de telle manière que:
- tout risque de court-circuit soit réduit au minimum;
- elle soit écartée de toute matière combustible.

Cette dispense vise les cas ci-après:
- les canalisations électriques raccordant les machines génératrices, les transformateurs, les redresseurs, les batteries d'accumulateurs à leurs tableaux de commande respectifs, les dispositifs de protection étant placés sur ces tableaux;
- les circuits de mesure, sauf les circuits voltmétriques d'un tableau contenant lui-même les jeux de barre.

c. Longueur protégée des canalisations électriques

Les longueurs maxima des canalisations électriques protégées sont déterminées conformément aux règles de l'art. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des règles à suivre en cette matière.

Section 4.4.3. Protection contre les courts-circuits en haute tension

Sous-section 4.4.3.1. Principe

Le matériel électrique est protégé contre les courts-circuits par des dispositifs de protection ayant des caractéristiques appropriées aux particularités de ce matériel, selon les règles de l'art.

Sous-section 4.4.3.2. Pouvoir de coupure

Un dispositif assurant cette protection possède un pouvoir de coupure au moins égale à la puissance du court-circuit pouvant survenir à l'endroit de son utilisation. Si ce n'est pas le cas, il est protégé à son tour par un dispositif possédant un tel pouvoir de coupure.

Sous-section 4.4.3.3. Puissance de court-circuit

Il est admis que l'on établisse la puissance du court-circuit dont question à la *sous-section 4.4.3.2.* en se référant à la configuration du réseau lors d'une journée moyenne d'exploitation définie suivant les règles de l'art.

Sous-section 4.4.3.4. Courant de court-circuit

En outre les machines, appareils et canalisations électriques supportent sans danger pour les personnes, les contraintes dues aux courants de court-circuit susceptible de les traverser. La valeur du courant de court-circuit à considérer tient compte du pouvoir limiteur des dispositifs de protection.

Section 4.4.4. Protection contre les surcharges en basse et très basse tension

Sous-section 4.4.4.1. Principe

Un dispositif assurant la protection contre les surcharges est placé en principe à l'endroit où un changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution entraîne une réduction de la valeur du courant admissible dans les conducteurs.

Sous-section 4.4.4.2. Dispositif de protection contre les surcharges

Les dispositifs assurant la protection contre les surcharges, répondent aux deux conditions suivantes:

1. leur courant nominal I_n doit être égal ou supérieur au courant d'emploi I_B du circuit et inférieur au courant admissible I_Z dans la canalisation électrique qu'ils protègent;

2.a leur courant conventionnel de fonctionnement I_f, c'est-à-dire celui qui traverse le dispositif et provoque son déclenchement, est inférieur ou égal à 1,45 fois le courant admissible I_Z;

2.b. leur courant conventionnel de non-fonctionnement I_{nf}, c'est-à-dire celui qui traverse le dispositif sans provoquer son déclenchement, est inférieur ou égal à 1,15 fois le courant admissible I_Z.

En pratique, I_f est égal au courant de fonctionnement dans le temps conventionnel pour les disjoncteurs, au courant de fusion dans le temps conventionnel pour les fusibles du type gL.

Sous-section 4.4.4.3. Dispenses

Le dispositif protégeant une canalisation électrique contre les surcharges peut toutefois être placé sur le parcours de cette canalisation électrique si la partie de canalisation électrique comprise entre le changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution d'une part, et le dispositif de protection d'autre part, répond aux conditions suivantes:

- la partie de canalisation électrique ne comporte ni dérivation, ni prise de courant;
- si la longueur est au plus égale à 3 m, elle est réalisée de manière à réduire au minimum le risque d'un court-circuit et elle n'est pas placée à proximité de matières combustibles; si la longueur est supérieure à 3 m, elle est protégée contre les courts-circuits.

A l'exception des installations situées dans les locaux ou emplacements avec les influences externes BE2 ou BE3 ou CA2, il est admis de se dispenser de toute protection contre les surcharges, outre les cas mentionnés à la *sous-section 5.2.4.2.*, dans les cas suivants de canalisations électriques alimentées par un réseau de schéma TT ou TN:

- une canalisation électrique située en aval d'un changement de section, de nature, de mode de pose ou de constitution est effectivement protégée contre les surcharges par un dispositif situé en amont;
- la canalisation électrique n'est pas susceptible d'être parcourue par un courant de surcharge, elle ne comporte ni dérivation, ni prise de courant et elle est protégée contre les courts-circuits.

Il est également admis de se dispenser de toute protection contre les surcharges s'il s'agit:

- d'une canalisation électrique alimentant une machine ou appareil d'utilisation électrique comportant un dispositif de protection incorporé contre les surcharges, sous réserve qu'il soit approprié à la canalisation électrique;
- d'une canalisation électrique alimentant une machine ou un appareil d'utilisation électrique raccordé à demeure, non susceptible de produire des surcharges et non protégé contre les surcharges, dont le courant d'emploi n'est pas supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique comme c'est le cas pour certains appareils de chauffage ou des moteurs où le courant à rotor calé n'est pas supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique;
- d'une canalisation électrique alimentant plusieurs dérivations protégées individuellement contre les surcharges, sous réserve que la somme des courants nominaux ou de réglage des dispositifs de protection des dérivations soit inférieure au courant nominal ou de réglage du dispositif qui protègerait contre les surcharges la canalisation électrique considérée;
- d'une canalisation électrique alimentée par une source dont le courant maximal ne peut pas être

supérieur au courant admissible dans la canalisation électrique;
- d'une canalisation électrique alimentant des appareils d'éclairage, si l'ensemble est exploité par un service d'entretien électrique et si la section de la canalisation électrique est déterminée en fonction de la puissance totale maximale des lampes et des dispositifs auxiliaires que les luminaires peuvent contenir.

Si les canalisations électriques sont alimentées par un réseau de schéma IT, cette dispense est subordonnée à la condition soit que le circuit correspondant ne puisse être le siège d'un défaut par l'utilisation de matériel de classe II ou de sécurité équivalente à celle du matériel de classe II ou par la réalisation de l'installation suivant la mesure de protection «isolation supplémentaire lors de l'installation» (voir *sous-section 2.4.2.2.*), soit que le circuit soit effectivement protégé par un dispositif de protection à courant différentiel.

Sous-section 4.4.4.4. Canalisations électriques raccordées en parallèle

Si plusieurs canalisations électriques sont raccordées en parallèle pour former un circuit élémentaire, un dispositif unique de protection peut être utilisé à condition que toutes les canalisations électriques aient les mêmes caractéristiques (nature, mode de pose, longueur, section) et ne comportent aucune dérivation sur leur parcours; la valeur du courant admissible à prendre en considération lors du choix de ce dispositif est la somme des courants admissibles de chaque canalisation électrique.

Section 4.4.5. Protection contre les surintensités des conducteurs de phase et des conducteurs neutres dans les installations à basse et très basse tension

Sous-section 4.4.5.1. Coupure du conducteur affecté

La détection de surintensité est prévue sur tous les conducteurs de phase; elle provoque la coupure du conducteur dans lequel la surintensité est détectée mais ne provoque pas nécessairement la coupure des autres conducteurs actifs.

Si la coupure d'une seule phase peut entraîner un danger, par exemple dans le cas de moteurs triphasés, des dispositions appropriées sont prises.

Sous-section 4.4.5.2. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre non distribué

Dans les installations alimentées par un réseau TT ou TN dans lesquelles le conducteur neutre n'est pas distribué, la détection de surintensité peut ne pas être prévue sur l'un des conducteurs de phase, sous réserve que les conditions suivantes soient simultanément remplies:
- il existe, en amont ou au même niveau, une protection différentielle devant provoquer la coupure de tous les conducteurs de phase;
- il n'est pas distribué de conducteurs à partir d'un point neutre artificiel sur les circuits situés en aval du dispositif de protection visé au tiret ci-dessus.

Sous-section 4.4.5.3. Circuits triphasés en schéma TT et TN à conducteur neutre distribué

La protection du conducteur neutre se fait d'après les conditions suivantes:
- lorsque la section de ce conducteur neutre est au moins égale ou équivalente à celle des conducteurs de phase, il n'est pas nécessaire de prévoir une détection de surintensité ni un dispositif de coupure sur le conducteur neutre;
- lorsque la section du conducteur neutre est inférieure ou n'est pas au moins équivalente à celle des conducteurs de phase, il est nécessaire de prévoir une détection de surintensité sur le conducteur neutre, appropriée à la section de ce conducteur: cette détection entraîne la coupure des conducteurs de phase mais pas nécessairement celle du conducteur neutre; toutefois, dans ce cas, il est admis de ne pas prévoir de détection de surintensité sur le conducteur neutre si les deux conditions suivantes sont simultanément remplies:
  - le conducteur neutre est protégé contre les courts-circuits par le dispositif de protection des conducteurs de phase du circuit;
  - le courant maximal susceptible de parcourir le conducteur neutre est, en service normal, inférieur à la valeur du courant admissible dans ce conducteur.

Sous-section 4.4.5.4. Schéma IT avec conducteur neutre distribué

Dans les installations alimentées par un réseau IT, le conducteur neutre n'est en principe pas distribué. Si toutefois, pour des raisons d'exploitation, il est nécessaire de distribuer le conducteur neutre, une détection de surintensité est prévue sur le conducteur neutre de tout circuit, cette détection devant

entraîner la coupure de tous les conducteurs actifs du circuit correspondant, y compris le conducteur neutre.

Cette disposition n'est pas nécessaire:
- soit si le circuit considéré est protégé par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel dont le courant différentiel-résiduel est inférieur ou égal à 0,15 fois le courant admissible dans le conducteur neutre correspondant, ce dispositif devant couper tous les conducteurs actifs du circuit correspondant, y compris le conducteur neutre;
- soit si le conducteur neutre est protégé en amont contre les courts-circuits.

Sous-section 4.4.5.5. Conducteur PEN

Si le conducteur neutre sert en même temps de conducteur de protection, sa coupure est interdite.

Sous-section 4.4.5.6. Ordre de coupure des conducteurs de phase et du neutre

Lorsque la coupure du conducteur neutre est prescrite, la coupure et la fermeture du conducteur sont telles que le conducteur neutre soit coupé en même temps ou après les conducteurs de phases et qu'il soit fermé en même temps ou avant les conducteurs de phases.

Section 4.4.6. Protection contre les surcharges en haute tension

Sous-section 4.4.6.1. Principe

Le matériel électrique est protégé contre les surcharges par des dispositifs de protection ayant des caractéristiques appropriées aux particularités de ce matériel, selon les règles de l'art.

Sous-section 4.4.6.2. Exceptions

Il est admis de ne pas placer un tel dispositif de protection:
- dans le cas des machines ou appareils électriques protégés contre une élévation anormale de l'intensité du courant par des particularités de construction ou par des dispositifs spéciaux;
- en amont d'un transformateur, si un tel dispositif est placé en aval;
- dans les circuits d'alimentation des transformateurs de mesure;
- dans les circuits d'excitation des génératrices ou des moteurs ;
- dans le cas de transformateurs d'une puissance maximale de 400 kVA exploités par les distributeurs d'énergie électrique et installés dans les lieux où il n'y a pas à craindre d'échauffements dangereux pour les personnes ou les biens.

Dans les installations pour le transport et la distribution d'énergie électrique, il est aussi admis de ne pas placer un tel dispositif de protection si les conditions suivantes sont remplies:
- ces installations sont surveillées en permanence;
- une surcharge est immédiatement signalée au personnel d'exploitation;
- le personnel d'exploitation est suffisamment qualifié et formé pour prendre les mesures correctes pour prévenir des dégâts à l'installation;
- il y a assez de temps pour prendre les actions nécessaires afin que la surcharge puisse être délestée ou puisse être ramenée jusqu'à la charge normale de service.

Chapitre 4.5. Protection contre les surtensions

Section 4.5.1. Principe général

Les personnes et les biens sont protégés d'après les règles de l'art en la matière contre les conséquences nuisibles:
- d'un défaut pouvant intervenir entre les parties actives de circuits de tensions différentes;
- de surtensions dues à d'autres causes comme par exemple des phénomènes atmosphériques ou d'éventuelles surtensions de manœuvre.

Les dispositifs de protection contre les surtensions sont réalisés et installés de manière que leur fonctionnement ne crée aucun danger pour les personnes et les biens.

Section 4.5.2. En basse tension et en très basse tension

Sous-section 4.5.2.1. Précautions d'installation

L'installation électrique en basse tension et en très basse tension est établie de manière que la contrainte diélectrique à laquelle elle est susceptible d'être normalement soumise soit limitée en vue d'éviter des courants de défaut.

Sous-section 4.5.2.2. Limiteurs de surtensions en schéma IT

Dans les installations IT, un dispositif limiteur de surtension est, si nécessaire, connecté à l'origine de l'installation entre la prise de terre de l'installation et soit le neutre, soit un conducteur de phase.

Sous-section 4.5.2.3. Conduits communs aux conducteurs d'énergie et de télécommunication

Il est interdit de placer côte à côte, sans interposition d'un écran, des conducteurs d'énergie et des conducteurs de télécommunication, sauf si les uns et les autres sont constitués de câbles. Cette exigence ne s'applique pas aux conducteurs de télécommunication lorsqu'ils relient le matériel électrique situé dans les lieux de service électrique ou dans des lieux ordinaires non accessibles au public.

Chapitre 4.6. Protection contre certains autres effets

Section 4.6.1. Protection contre les effets de la baisse de tension

Des dispositions sont prises pour qu'une baisse de tension importante ou sa disparition et son rétablissement ne puissent créer un danger pour les personnes et les biens.

Des dispositifs de protection contre les effets des baisses ou de la disparition de la tension sont nécessaires dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs de sécurité et ils sont éventuellement nécessaires (lors de l'utilisation d'une source de remplacement en cas de perte de la source normale) dans les installations des bâtiments dans lesquels sont prévus des consommateurs critiques., … Ces dispositifs assurent, le cas échéant, la mise en service des sources de sécurité ou des sources de remplacement et l'alimentation des machines et appareils électriques correspondants lorsque la tension tombe à une valeur inférieure à la limite de leur fonctionnement correct.

Section 4.6.2. Protection contre les effets biologiques des champs électriques et magnétiques

S'il apparaît que des effets biologiques néfastes sont provoqués sur l'organisme de l'homme par les champs électriques et magnétiques, les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les mesures de sécurité à prendre.

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut fixer par arrêté:
- les dispositions à prendre pour limiter les effets directs ou indirects des champs électrique et magnétique générés par les lignes de transport et de distribution d'énergie électrique sur l'organisme de l'homme et des animaux domestiques, ainsi que sur les équipements et appareils électriques et/ou électroniques;
- les méthodes de mesure des champs électrique et magnétique;
- les conditions auxquelles doivent répondre les appareils électrique et magnétique, ainsi que leurs procédures d'étalonnage;
- les conditions auxquelles doivent répondre les logiciels utilisés dans le calcul préalable des valeurs des champs électrique et magnétique, ainsi que la procédure à suivre pour leur agrément.

La valeur du champ électrique, dans des conditions normales d'exploitation, généré par une installation de transport ou de distribution de l'énergie électrique doit rester inférieure aux valeurs indiquées dans le *tableau 4.10.* mesurées à 1,5 m du sol ou des habitations.

Tableau 4.10. Valeur maximale du champ électrique non perturbé

Emplacement	Valeur maximale
Dans les zones habitées ou qui sont destinées à l'habitat dans les plans de secteurs	5kV/m
Lors des surplombs de routes	7kV/m
Dans les autres lieux	10kV/m

Les pièces métalliques qui, du fait de leur présence dans un champ électrique généré par une installation de transport ou de distribution de l'énergie électrique, sont portées à un potentiel donnant, en régime permanent, un courant de contact d'au moins 1 mA, doivent être mises à la terre.

Section 4.6.3. Protection contre les risques de contamination

Les précautions sont prises, si nécessaire, pour éviter qu'en cas de défaut, les produits traités ne soient contaminés par le matériel électrique, par exemple à l'occasion d'un bris de lampes ou lors de fuites de diélectrique liquide.

Section 4.6.4. Protection contre les risques dus aux mouvements

Quand il s'agit de constructions fragiles ou pouvant être soumises à des dégradations dues à des mouvements, les installations électriques ou parties d'installations électriques sont d'un type susceptible d'absorber les déformations sans se dégrader.

Partie 5. Choix et mise en œuvre du matériel

CHAPITRE 5.1. RÈGLES COMMUNES À TOUS LES MATÉRIELS 107
Section 5.1.1. Généralités 107
Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité 107
Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie 107
Section 5.1.2. Domaine d'application 107
Section 5.1.3. Conformité aux normes 107
Sous-section 5.1.3.1. Généralités 107
Sous-section 5.1.3.2. Exception pour le matériel à haute tension 107
Sous-section 5.1.3.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel en basse tension 108
Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes 108
Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique 108
Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques 108
Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques 108
Section 5.1.6. Repérage 108
Sous-section 5.1.6.1. Identification des machines et appareils électriques 108
Sous-section 5.1.6.2. Code de couleurs des conducteurs isolés en basse tension et en très basse tension 108
CHAPITRE 5.2. RÈGLES COMPLÉMENTAIRES POUR LES CANALISATIONS 109
Section 5.2.1. Généralités 109
Sous-section 5.2.1.1. En basse tension et en très basse tension 109
Sous-section 5.2.1.2. En haute tension 111
Section 5.2.2. Modes de pose 111
Sous-section 5.2.2.1. Modes de pose pour tous les domaines de tension 111
Sous-section 5.2.2.2. Modes de pose pour la basse tension 112
Sous-section 5.2.2.3. Modes de pose en très basse tension 116
Sous-section 5.2.2.4. Modes de pose en très basse tension de sécurité 116
Sous-section 5.2.2.5. Modes de pose en haute tension 116
Sous-section 5.2.2.6. Modes de pose complémentaires 119
Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes 119
Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA) 119
Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 119
Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 119
Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) . 120
Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 120
Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL) 120
Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 120
Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC) 120
Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB) 120
Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs 120
Sous-section 5.2.4.1. Généralités 120
Sous-section 5.2.4.2. Domaine d'application 120

Sous-section 5.2.4.3. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes 121
Section 5.2.5. Chute de tension 121
Section 5.2.6. Connexions en basse tension et en très basse tension 121
Sous-section 5.2.6.1. Généralités 121
Sous-section 5.2.6.2. Connexion des appareils aux installations 122
Section 5.2.7. Jonctions en haute tension 123
Section 5.2.8. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu 123
Sous-section 5.2.8.1. En basse tension 123
Sous-section 5.2.8.2. En haute tension 124
Section 5.2.9. Voisinage avec d'autres canalisations 125
Sous-section 5.2.9.1. Généralités 125
Sous-section 5.2.9.2. En basse tension et en très basse tension 125
Section 5.2.10. Règles particulières aux différents modes de pose 126
Sous-section 5.2.10.1. Lignes aériennes 126
Sous-section 5.2.10.2. Canalisations électriques souterraines 126
Sous-section 5.2.10.3. Conduits en métal magnétique en haute tension 129
Sous-section 5.2.10.4. Règles particulières en basse tension et en très basse tension 129
CHAPITRE 5.3. APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE (PROTECTION, COMMANDE, SECTIONNEMENT ET SURVEILLANCE) 134
Section 5.3.1. Généralités 134
Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes 135
Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA) 135
Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD) 135
Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE) 135
Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF) 136
Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG) . 136
Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH) 136
Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL) 136
Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN) 136
Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA) 137
Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB) 137
Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC) 137
Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE) 137
Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA) 138
Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB) 138
Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure 138
Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité 138
Sous-section 5.3.3.2. Mettre à la terre en haute tension 142
Sous-section 5.3.3.3. Commande fonctionnelle 142
Sous-section 5.3.3.4. Fonctions simultanées 143
Sous-section 5.3.3.5. Prescriptions applicables aux prises de courant en basse tension et en très basse tension 143
Sous-section 5.3.3.6. Dispositifs à refermeture automatique pour disjoncteurs et dispositifs de protection à courant différentiel (En basse tension et en très basse tension) 143

Sous-section 5.3.3.7. Dispositifs à refermeture automatique pour des appareils de protection contre les surintensités (En haute tension) 144
Section 5.3.4. Appareils d'utilisation alimentés en basse tension et en très basse tension 145
Sous-section 5.3.4.1. Appareils d'éclairage 145
Sous-section 5.3.4.2. Appareils de chauffage 146
Sous-section 5.3.4.3. Dispositifs enrouleurs 147
Sous-section 5.3.4.4. Prolongateurs 147
Sous-section 5.3.4.5. Outils portatifs à moteur 147
Section 5.3.5. Matériel d'installation en basse tension et en très basse tension 147
Sous-section 5.3.5.1. Tableaux de répartition et de manoeuvre 147
Sous-section 5.3.5.2. Prises de courant 147
Sous-section 5.3.5.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel 148
Sous-section 5.3.5.4. Interrupteurs et autres appareils de manœuvre 149
Sous-section 5.3.5.5. Coupe-circuit à fusible et disjoncteurs 150
Section 5.3.6. Ensemble d'appareillage en basse tension 152
Sous-section 5.3.6.1. Prescriptions générales 152
Sous-section 5.3.6.2. Dispositifs de commande et de répartition 152
Section 5.3.7. Circuits de mesure 153
Sous-section 5.3.7.1. Généralités 153
Sous-section 5.3.7.2. Mise à la terre des circuits de mesure à haute tension 153
Sous-section 5.3.7.3. Circuits de mesure de tension à haute tension 153
Sous-section 5.3.7.4. Circuits de mesure de courant 153
CHAPITRE 5.4. MISES À LA TERRE, CONDUCTEURS DE PROTECTION ET LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES EN BASSE TENSION ET EN TRÈS BASSE TENSION 154
Section 5.4.1. Généralités 154
Section 5.4.2. Installations de mise à la terre 154
Sous-section 5.4.2.1. Prise de terre 154
Sous-section 5.4.2.2. Conducteur de terre 154
Section 5.4.3. Conducteurs de protection 154
Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs 154
Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs 155
Sous-section 5.4.3.3. Repérage des conducteurs 156
Sous-section 5.4.3.4. Installation des conducteurs 156
Sous-section 5.4.3.5. Continuité électrique 156
Sous-section 5.4.3.6. Connexion des conducteurs au matériel électrique 156
Section 5.4.4. Liaisons équipotentielles 156
Sous-section 5.4.4.1. Liaisons équipotentielles principales 156
Sous-section 5.4.4.2. Liaisons équipotentielles supplémentaires 157
CHAPITRE 5.5. MISES À LA TERRE, CONDUCTEURS DE PROTECTION ET LIAISONS ÉQUIPOTENTIELLES EN HAUTE TENSION 157
Section 5.5.1. Exigences générales 157
Sous-section 5.5.1.1. Généralités 157
Sous-section 5.5.1.2. Résistances aux influences mécaniques et chimiques 157
Sous-section 5.5.1.3. Résistance à l'action thermique de courants de défaut 157
Section 5.5.2. Réalisation des prises de terre 160
Sous-section 5.5.2.1. Généralités 160
Sous-section 5.5.2.2. Caractéristiques 161
Sous-section 5.5.2.3. Mise à la terre globale 162
Section 5.5.3. Réalisation des conducteurs de protection 163
Sous-section 5.5.3.1. Nature des conducteurs 163
Sous-section 5.5.3.2. Section minimale des conducteurs 163
Sous-section 5.5.3.3. Installation des conducteurs 163

Sous-section 5.5.3.4. Repérage des conducteurs 163
Sous-section 5.5.3.5. Connexion des conducteurs au matériel électrique 164

CHAPITRE 5.6. INSTALLATIONS DE SÉCURITÉ (EN BASSE TENSION ET TRÈS BASSE TENSION) 164

Section 5.6.1. Généralités 164
Section 5.6.2. Objectifs 165
Section 5.6.3. Détermination des installations de sécurité 165
Section 5.6.4. Détermination du temps de maintien de la fonction des consommateurs de sécurité 165
Section 5.6.5. Mesures à prendre en cas de perte de la source normale 165
Sous-section 5.6.5.1. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée . 165
Sous-section 5.6.5.2. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée 166
Section 5.6.6. Mesures à prendre en cas d'incendie 166
Sous-section 5.6.6.1. Généralités 166
Sous-section 5.6.6.2. Source de sécurité non-intégrée 167
Sous-section 5.6.6.3. Tableaux de répartition et de manœuvre des circuits de sécurité (appelés tableau de sécurité dans ce Livre) 167
Sous-section 5.6.6.4. Canalisations électriques des circuits de sécurité 167
Section 5.6.7. Mesures à prendre en cas de défaut électrique 169
Sous-section 5.6.7.1. Généralités 169
Sous-section 5.6.7.2. Mesures de protection générales des circuits de sécurité 169
Sous-section 5.6.7.3. Protection contre les surcharges dans les circuits de sécurité . 170
Sous-section 5.6.7.4. Protection contre les courts-circuits dans les circuits de sécurité 170
Sous-section 5.6.7.5. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits de sécurité 170
Section 5.6.8. Prescriptions particulières 171

CHAPITRE 5.7. INSTALLATIONS CRITIQUES (EN BASSE TENSION ET EN TRÈS BASSE TENSION) 172

Section 5.7.1. Généralités 172
Section 5.7.2. Mesures de protection à prendre 172
Sous-section 5.7.2.1. Généralités 172
Sous-section 5.7.2.2. En cas de perte de la source normale 173
Sous-section 5.7.2.3. En cas d'incendie 173
Sous-section 5.7.2.4. En cas de défaut électrique 173
Sous-section 5.7.2.5. Prescriptions particulières 175

Chapitre 5.1. Règles communes à tous les matériels

Section 5.1.1. Généralités

Sous-section 5.1.1.1. Objectifs de sécurité

Le matériel électrique doit être choisi et installé pour satisfaire :

- aux prescriptions du présent Livre ;
- aux conditions des influences externes prévisibles ;

de manière que les personnes et les biens ne soient pas mis en danger.

Sous-section 5.1.1.2. Généralités concernant les mesures préventives contre l'incendie

Le matériel électrique est choisi et installé de telle façon qu'il ne présente pas de danger d'une part pour les personnes et d'autre part pour les objets et matériaux avoisinants. Une attention particulière doit être donnée aux raccordements et connexions du matériel électrique.

Le matériel électrique est disposé et installé de telle sorte que ne soit pas gênée la dissipation de la chaleur produite en service normal par ce matériel électrique.

Lorsqu'une aération naturelle est insuffisante pour éviter une concentration excessive de la chaleur, un système d'évacuation de chaleur approprié est prévu.

Dans le cadre de la protection contre l'incendie, des règles complémentaires sont définies à la *section 4.3.3.*

Section 5.1.2. Domaine d'application

Ces prescriptions sont d'application sur:
- le matériel électrique à très basse tension;
- le matériel électrique à basse tension;
- le matériel électrique à haute tension.

Section 5.1.3. Conformité aux normes

Sous-section 5.1.3.1. Généralités

Les principes fondamentaux du matériel électrique sont définis à la *section 1.4.2.*

Le matériel électrique est présumé offrir la sécurité requise:
- soit s'il est conforme aux critères du Code Economique, en son Livre IX, Sécurité des produits et services, concernant la mise sur le marché du matériel électrique non règlementé et de ses actes d'exécution;
- pour le matériel électrique à haute tension, s'il fait partie d'un ensemble ayant subi avec succès des essais du niveau d'isolement et est muni d'une plaque signalétique mentionnant les tensions appliquées lors de ces essais; les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions fixent, éventuellement cas par cas, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les conditions de ces essais.

Sous-section 5.1.3.2. Exception pour le matériel à haute tension

S'ils ne répondent pas aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, les appareils d'utilisation à haute tension alimentés en basse tension et d'une puissance limitée sont conçus, réalisés et disposés de manière que la distance dans l'air entre pièces nues sous tension, entre ces pièces et la masse, ou entre pièces nues sous tension d'une même phase, quand elles sont séparées en position d'ouverture, est au moins égale à:

$$d = 50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

Formule dans laquelle:
- d: est la distance précitée en mm;
- U_N: est la tension nominale entre phases de l'appareil exprimée en kV et arrondie à l'unité supérieure.

Lorsque les surfaces nues sont isolées par une ou plusieurs matières isolantes autres que l'air, en ce compris le vide, le niveau d'isolement résultant des plus petites distances existant entre les éléments

cités à l'alinéa précédent est au moins égal à celui conféré par les distances dans l'air résultant de l'application de la formule de l'alinéa précédent.

Sous-section 5.1.3.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel en basse tension

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont conformes soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne, soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Section 5.1.4. Choix et utilisation en fonction des influences externes

Le choix et l'utilisation du matériel électrique se font en fonction des influences externes présentes conformément aux arrêtés pris par les Ministres qui ont respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce chacun pour ce qui le concerne, ou à défaut en accord avec le représentant de l'organisme de contrôle visé au *chapitre 6.3*.

Lorsque différentes influences externes sont susceptibles de se produire simultanément, leurs effets peuvent être indépendants ou s'influencer mutuellement et, dans ce cas, modifier le choix du degré de protection.

Si, toutefois, le matériel électrique ne comporte pas, par construction, les caractéristiques requises, il peut être utilisé à condition qu'il soit pourvu lors de l'installation d'une protection complémentaire lui assurant des caractéristiques équivalentes. Cette protection complémentaire ne peut nuire au fonctionnement du matériel électrique ainsi protégé.

Section 5.1.5. Accessibilité du matériel électrique

Sous-section 5.1.5.1. Machines et appareils électriques

Les machines et appareils électriques sont conçus et installés de manière à rendre aisés leur manœuvre, leur surveillance et leur entretien ainsi que l'accès à leurs connexions. Cette exigence demeure si des machines et des appareils électriques sont installés dans des enveloppes ou compartiments d'enveloppes.

Sous-section 5.1.5.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques sont installées de façon que l'on puisse en tout temps mesurer, après mise hors service si nécessaire, leur isolement et localiser les défauts éventuels ainsi que déterminer la nature exacte des défectuosités occasionnelles.

Section 5.1.6. Repérage

Sous-section 5.1.6.1. Identification des machines et appareils électriques

Des indications permettent de reconnaître l'affectation des machines et appareils électriques à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Sous-section 5.1.6.2. Code de couleurs des conducteurs isolés en basse tension et en très basse tension

Dans les conduits et les canalisations électriques, les conducteurs isolés à l'aide de matériaux d'isolation solides repérés par la combinaison des couleurs verte et jaune sont utilisés:

- comme conducteur de protection (PE mis à la terre ou non);
- comme neutre lorsque celui-ci sert également de conducteur de protection (conducteur PEN).

La combinaison des couleurs précitée est présente sur toute la longueur du conducteur.

L'utilisation des couleurs verte et/ou jaune, de même que l'emploi d'une de ces couleurs dans une combinaison multicolore est proscrite des matériaux d'isolation des conducteurs actifs à l'exclusion du conducteur neutre associé au conducteur de protection (PEN).

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa précédent, il est permis d'utiliser la couleur jaune ou verte pour les conducteurs électriques qui font partie des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure, pour autant que leur section soit inférieure à 1,5 mm^2.

A l'exception des câbles méplats VTLBp, le conducteur isolé à l'aide de matériaux d'isolation solides, repéré par la couleur bleu, est réservé au conducteur neutre ou compensateur (N) dans les circuits comportant un tel conducteur.

Lorsque le circuit ne comporte pas de conducteur neutre, le conducteur bleu de câbles multipolaires peut être utilisé pour un autre usage, sauf comme conducteur de protection.

Chapitre 5.2. Règles complémentaires pour les canalisations

Section 5.2.1. Généralités

Sous-section 5.2.1.1. En basse tension et en très basse tension

a. Code d'identification des canalisations électriques

Le code d'identification des canalisations électriques est donné à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

b. Choix des canalisations électriques

Les canalisations électriques qui ne font pas partie intégrante d'une machine ou d'un appareil électrique et, en particulier, leurs sections sont choisies de manière telle que:
- sauf spécification contraire définie par le présent Livre, leur courant admissible I_z, tel que défini à la *sous-section 4.4.1.5.*, soit au moins égal au courant d'emploi I_B du circuit considéré;
  la chute de tension, dans les conditions normales de service, soit compatible avec un fonctionnement sûr des machines ou appareils électriques alimentés;
- les contraintes électrodynamiques susceptibles de se produire en cas de court-circuit ne compromettent pas la sécurité;
- les autres contraintes mécaniques prévues dans les règles de l'art ne les endommagent pas;
- la valeur de l'impédance du circuit soit compatible avec le fonctionnement des protections imposées par le présent Livre.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté, fixer les règles à suivre en ces matières.

Il est interdit d'utiliser comme conducteur transportant normalement l'énergie électrique:
- des conduites d'eau ou de gaz;
- des parties métalliques de la construction;
- les enveloppes métalliques des conducteurs électriques isolés;
- le circuit de chauffage;
- le sol.

Les canalisations électriques sont choisies en fonction des influences externes présentes et en fonction des caractéristiques de l'installation (tension, courant, puissance, compatibilité…).

Pour les canalisations électriques qui ne font pas partie intégrante d'une machine ou d'un appareil électrique, l'emploi de conducteurs isolés d'une section inférieure à 2,5 mm² est interdite.

Toutefois, des exceptions sont admises pour les conducteurs des canalisations électriques reprises dans le *tableau 5.1.*

Tableau 5.1. Canalisations pour lesquelles les conducteurs peuvent avoir une section inférieure à 2,5 mm²

Section minimale (mm²)	***Canalisations électriques***
1,5	Canalisations électriques appartenant à des circuits ne comportant pas de socle de prise de courant, à l'exception de socle de prise de courant unique d'une intensité nominale de 2,5 A intégré dans des luminaires.
1	Canalisations électriques appartenant à des circuits intégrés dans des tableaux et alimentant une seule prise de courant. Les dispositifs de protection de ces canalisations électriques doivent être adaptés à la section de ces canalisations électriques.
0,75	
0,5	Canalisations électriques appartenant à des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure.

c. Pose des conducteurs

Un câble multipolaire ou un groupement de conducteurs peut contenir des circuits à tensions différentes à condition que les conducteurs soient isolés, soit individuellement, soit collectivement, pour la tension la plus élevée présente.

Dans ce cas, des dispositions conformes aux règles de l'art sont prises pour éviter qu'un éventuel contact galvanique entre des conducteurs appartenant à des circuits différents ne compromette la sécurité des personnes ainsi que la conservation des biens.

Les câbles unipolaires et les conducteurs isolés, appartenant à un même circuit, sont posés à proximité immédiate les uns des autres. Cette règle s'applique également au conducteur de protection correspondant.

***d*. Isolation des conducteurs**

d.1. Généralités

A l'intérieur des lieux ordinaires, tous les conducteurs actifs des canalisations électriques sont en principe constitués de conducteurs isolés d'une manière sûre et durable, par un revêtement continu.

Par ailleurs, les canalisations préfabriquées sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

Il est toutefois permis d'utiliser des conducteurs actifs nus en respectant les prescriptions relatives à la protection partielle contre les chocs électriques par contact direct, soit par mise hors de portée par éloignement dont les prescriptions sont reprises au *4.2.2.1.d.1.*, soit au moyen d'obstacles dont les prescriptions sont reprises au *4.2.2.1.e.1.*

d.2. Prescriptions spécifiques dans les installations en TBTS et en TBTP

Dans les installations intérieures, tous les conducteurs actifs sont constitués de conducteurs isolés de manière sûre et durable. Il est toutefois permis d'utiliser des conducteurs nus:
- en respectant les prescriptions de *4.2.2.1.h.* relatif à la protection contre les chocs électriques par contacts directs;
- pour l'utilisation de canalisations préfabriquées si elles sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou si elles répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

e. Résistance mécanique - traversées

La pose des canalisations électriques est faite de manière à leur maintenir une résistance mécanique suffisante, eu égard aux conditions de sollicitation auxquelles elles sont soumises.

Lorsque les canalisations électriques sont spécialement exposées aux dégradations mécaniques, elles sont d'un type armé ou munies d'une protection spéciale les mettant à l'abri de celles-ci.

Pour les traversées entre locaux pouvant présenter des différences importantes d'état hygrométrique, des précautions spéciales sont prises pour éviter l'introduction et la condensation d'eau dans la traversée. Si la traversée est réalisée à l'aide de conduits non obturés, ils sont inclinés vers le local le plus humide et disposés de manière que les conducteurs soient librement ventilés.

Les mêmes précautions sont prises pour les traversées aboutissant à l'extérieur.

Les traversées aboutissant à un local avec les influences externes BE2 et/ou AF4 sont obturées du côté de ce local.

Dans les traversées de planchers, on assure la protection de la canalisation électrique, au ras du sol fini, contre les dégradations mécaniques et l'écoulement des liquides pouvant être répandus sur le sol fini. Si la traversée s'effectue en conducteurs posés sous conduits, ceux-ci sont étanches et leur extrémité supérieure fait saillie au-dessus du plancher, d'une hauteur au moins égale à celle des plinthes, s'il en existe, et de 10 cm au moins.

Sous-section 5.2.1.2. En haute tension

Les canalisations électriques sont placées conformément aux règles de l'art qui concernent leur mode de pose.

Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent autoriser, par arrêté, des modes de pose déterminés des conducteurs et canalisations électriques et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

Le code d'identification des canalisations électriques est donné à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

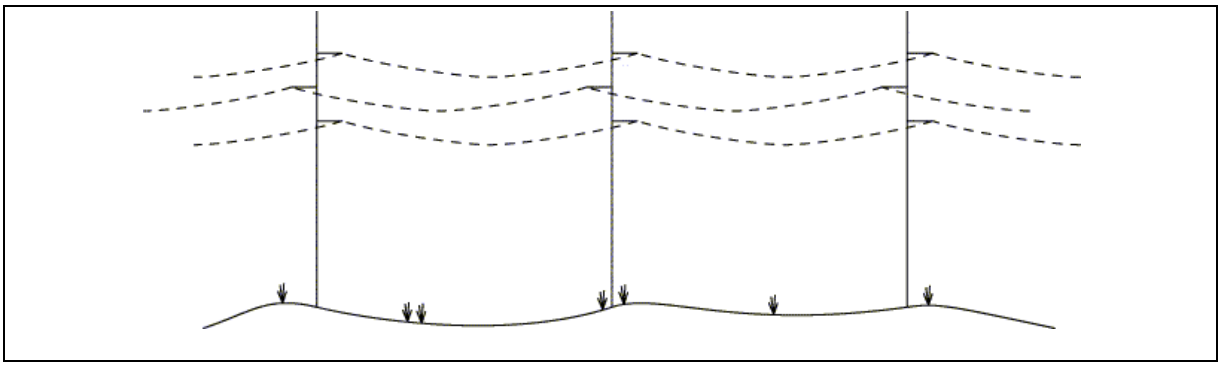
Section 5.2.2. Modes de pose

Sous-section 5.2.2.1. Modes de pose pour tous les domaines de tension

Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. en lignes aériennes;

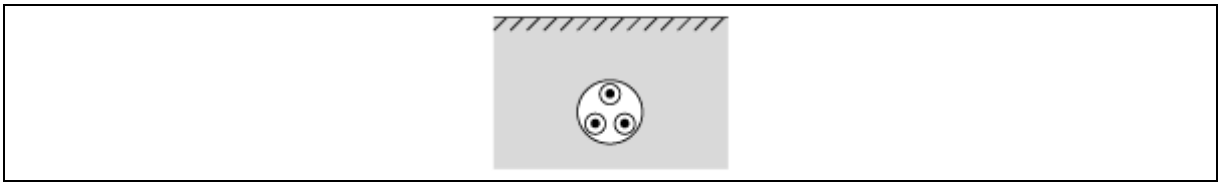
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes



b. en canalisations électriques souterraines:

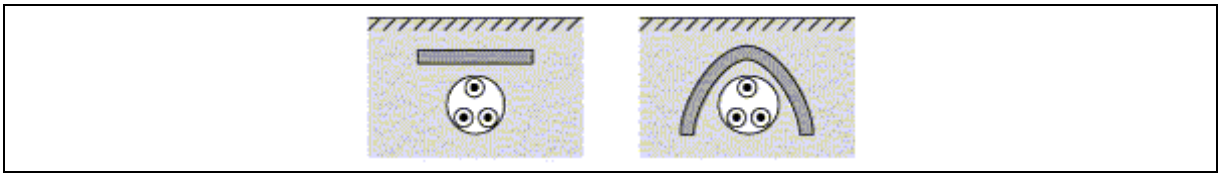
b.1 Enterrées directement

Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement



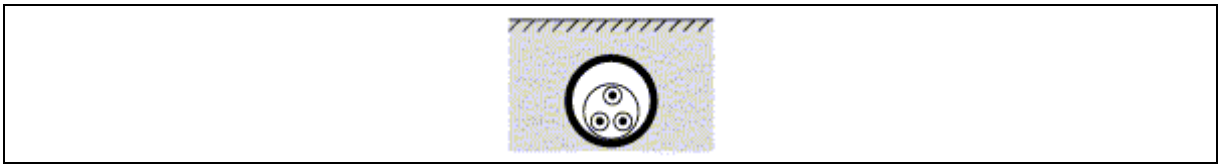
b.2 Enterrées avec protection mécanique

Figure 5.3. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées avec protection mécanique



b.3 Enterrées dans des fourreaux

Figure 5.4. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées dans des fourreaux



Sous-section 5.2.2.2. Modes de pose pour la basse tension

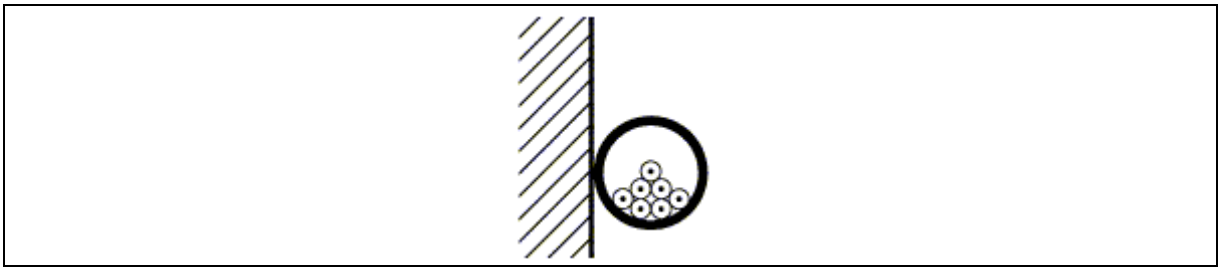
Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. en lignes de contacts roulants ou glissants;

b. en montage apparent:

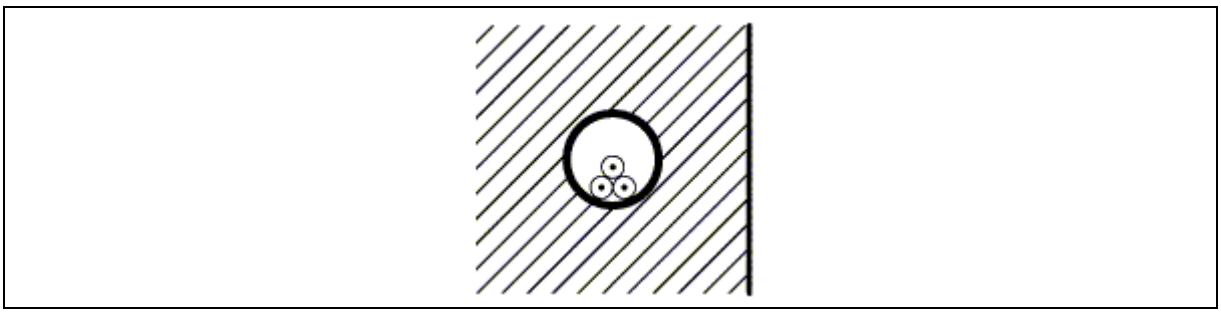
la canalisation électrique est posée à la surface d'une paroi d'un local ou à sa proximité immédiate de telle façon que la distance entre la canalisation électrique et la paroi ne soit pas supérieure à 0,3 fois le diamètre extérieur de ladite canalisation électrique;

Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Montage apparent



c. sous conduits encastrés:

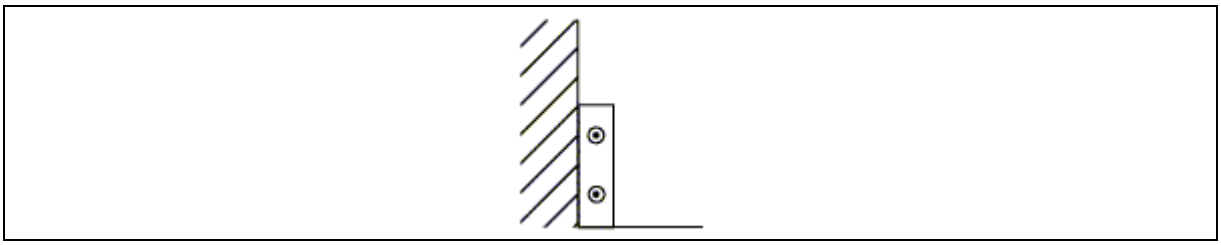
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Montage encastré



d. sous moulures, plinthes et chambranles ad hoc;

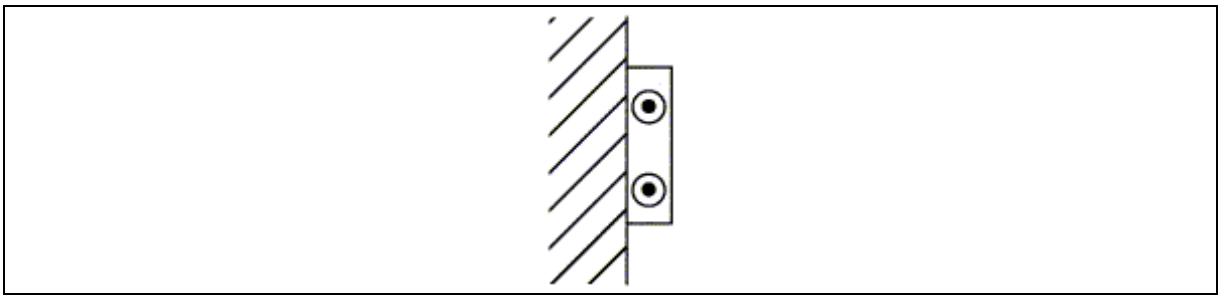
d.1 plinthes

Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Plinthes



d.2 Chambranles

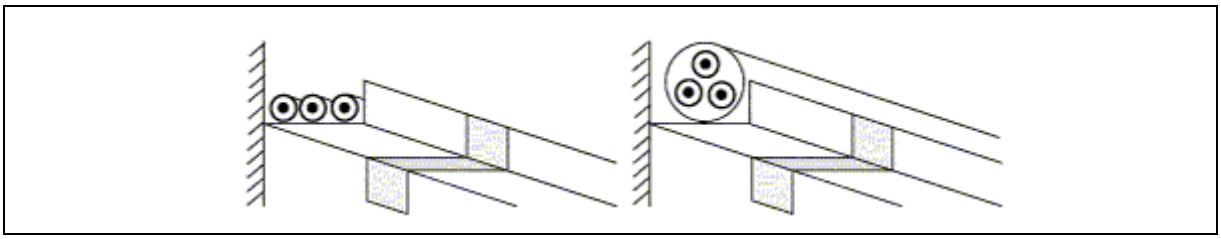
Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Chambranles



e. à l'air libre, soit avec attaches, colliers ou autres moyens de fixation, soit sur chemins de câbles, échelles à câbles, tablettes, corbeaux ou supports analogues; la canalisation électrique se trouve séparée de toutes parois d'une distance supérieure ou égale à 0,3 fois son diamètre extérieure;

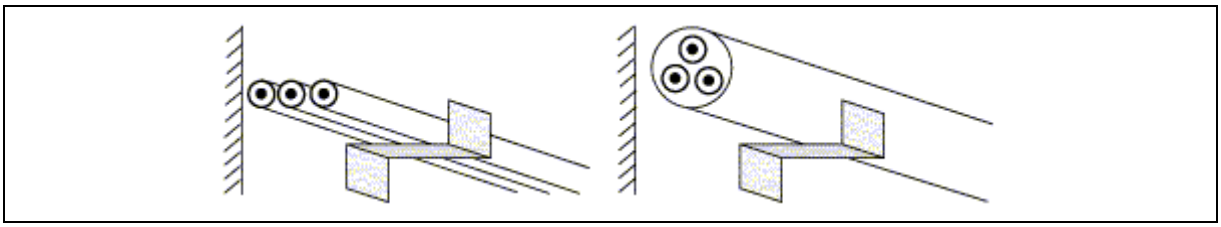
e.1 chemins de câbles

Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



e.2 corbeaux

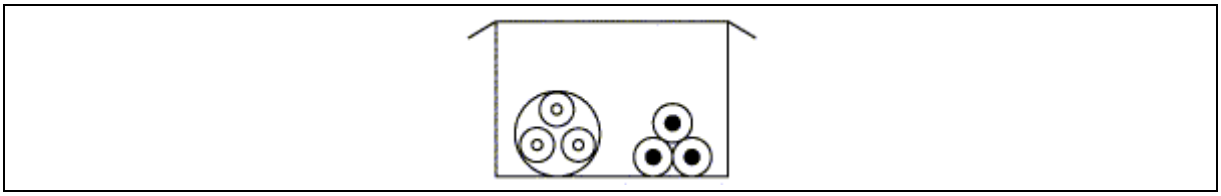
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



f. sous goulottes et gouttière;

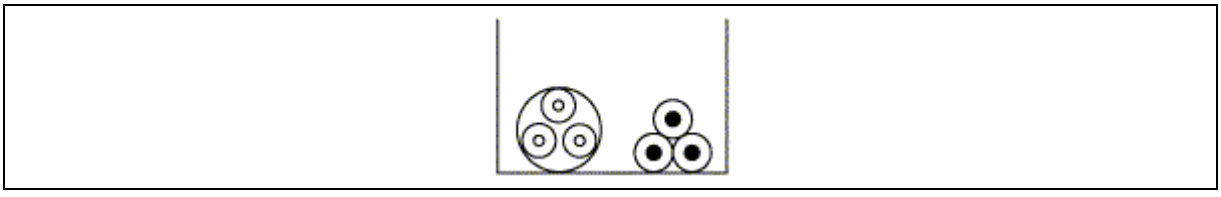
f.1. goulotte

Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte



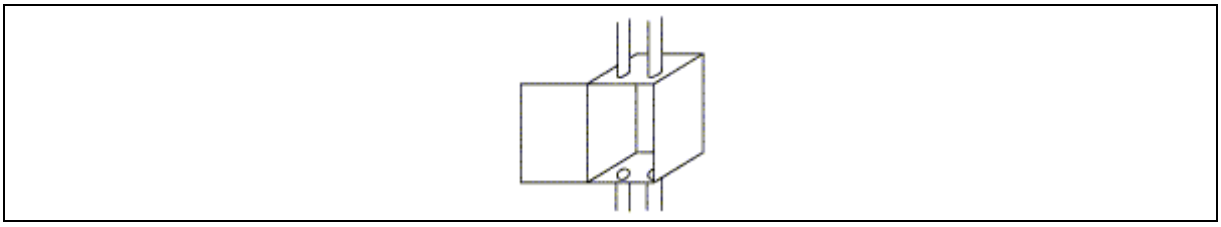
f.2. gouttière

Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière



g. dans des gaines;

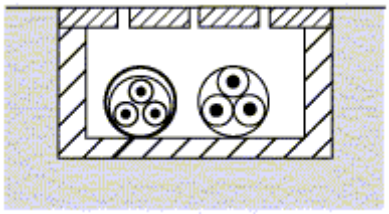
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Gaines



h. dans des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

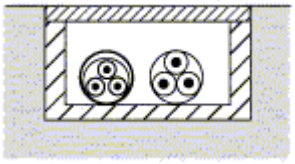
h.1. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



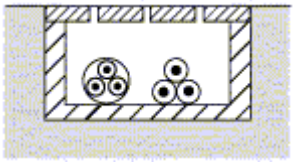
h.2. conduits dans caniveaux fermés

Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



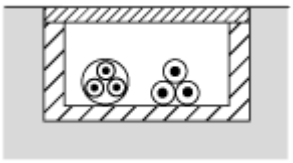
h.3. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



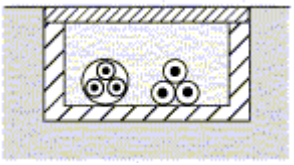
h.4. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



h.5. pose directe dans caniveaux remplis de sable

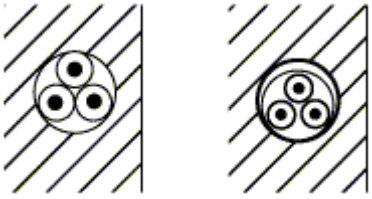
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable



i. dans les vides de constructions, alvéoles et blocs manufacturés;

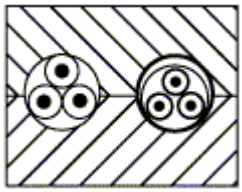
i.1. alvéoles

Figure 5.19. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



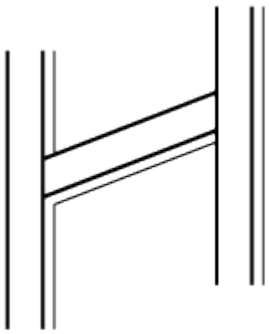
i.2. blocs manufacturés

Figure 5.20. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés



j. dans les huisseries;

Figure 5.21. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les huisseries



k. en encastrements directs, sans conduits;

Figure 5.22. Modes de pose des canalisations électriques – En encastrements directs, sans conduits

l. dans les canalisations préfabriquées;

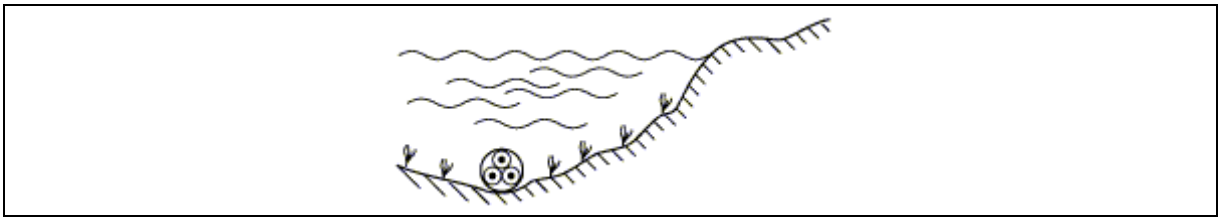
Figure 5.23. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les canalisations préfabriquées

m. sur des isolateurs;

Figure 5.24. Modes de pose des canalisations électriques – Sur des isolateurs

n. par immersion dans l'eau;

Figure 5.25. Modes de pose des canalisations électriques – Par immersion dans l'eau



o. dans les plafonds, planchers et murs pour les canalisations et panneaux chauffants.

Sous-section 5.2.2.3. Modes de pose en très basse tension

Tous les modes de pose relatifs aux canalisations électriques à basse tension sont d'application aux canalisations électriques à très basse tension avec toutefois un allègement des caractéristiques électriques et/ou mécaniques, sauf dans le cas d'influences externes BE2 ou BE3 ou CA2.

De plus, les conducteurs ou câbles peuvent être posés directement dans le sol. Il faut toutefois tenir compte des efforts mécaniques auxquels ils pourraient être soumis et qui, vu leur faible résistance mécanique, peuvent en amener facilement la rupture. Si les conducteurs nus sont placés directement dans le sol, leur alimentation est assurée par une très basse tension fournie par un transformateur de séparation de circuits.

Sous-section 5.2.2.4. Modes de pose en très basse tension de sécurité

Les modes de pose relatifs aux canalisations électriques à très basse tension sont applicables aux canalisations électriques à très basse tension de sécurité, à l'exception de la pose directe de conducteurs nus dans le sol.

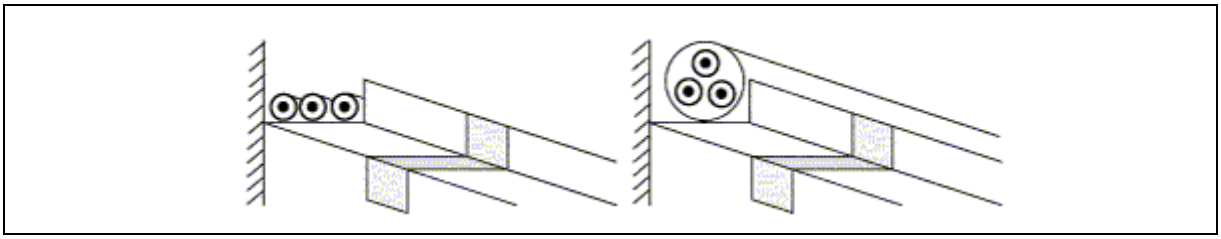
Sous-section 5.2.2.5. Modes de pose en haute tension

Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. à l'air libre ou en galerie à câbles soit avec fixation directe à l'aide de colliers, attaches ou autres moyens de fixation, soit avec pose sur chemins de câbles, échelle à câbles, tablettes, étagères, corbeaux ou supports analogues;

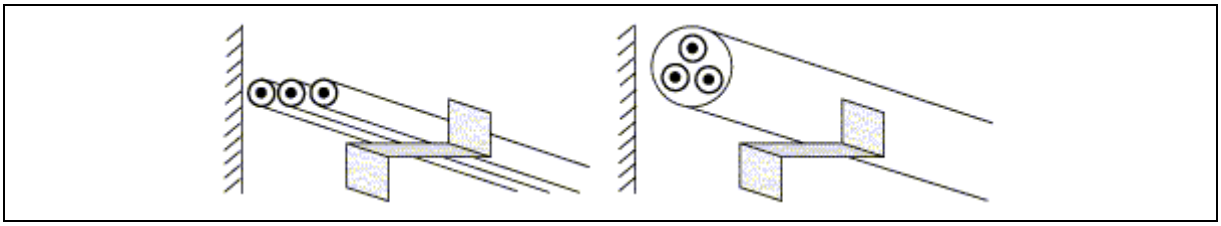
a.1 chemins de câbles

Figure 5.26. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



a.2 corbeaux

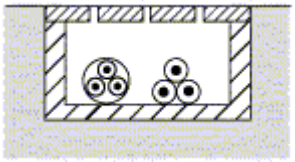
Figure 5.27. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



b. sous des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

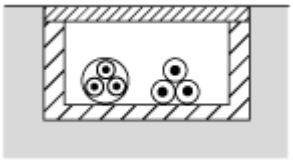
b.1. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.28. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



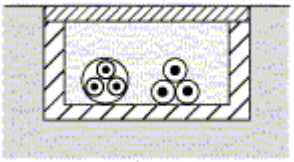
b.2. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.29. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



b.3. pose directe dans caniveaux remplis de sable

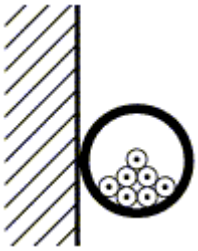
Figure 5.30. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable



c. sous conduits à l'air libre, en galeries à câbles ou caniveaux, avec, si nécessaire, les moyens de fixation appropriés;

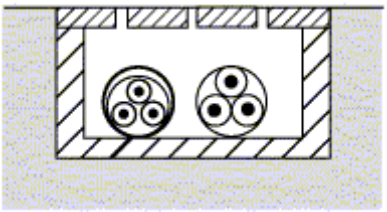
c.1. sous conduits à l'air libre

Figure 5.31. Modes de pose des canalisations électriques – Sous conduits à l'air libre



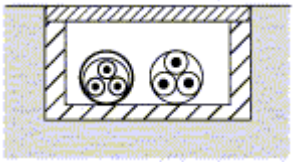
c.2. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.32. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



c.3. conduits dans caniveaux fermés

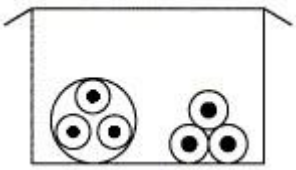
Figure 5.33. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



d. dans des goulottes et gouttières;

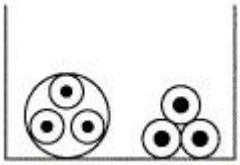
d.1. goulotte

Figure 5.34. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte



d.2. gouttière

Figure 5.35. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière

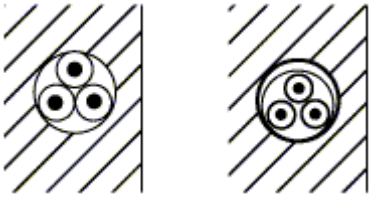


e. dans des gaines;

f. dans des vides de construction;

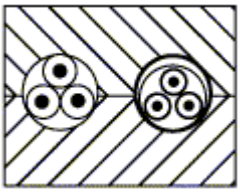
f.1. alvéoles

Figure 5.36. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



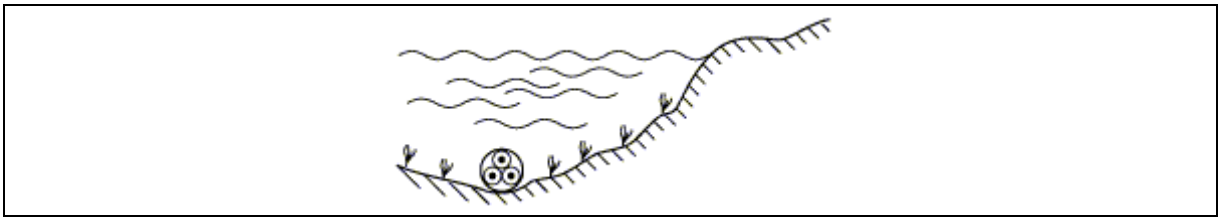
f.2. blocs manufacturés

Figure 5.37. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés



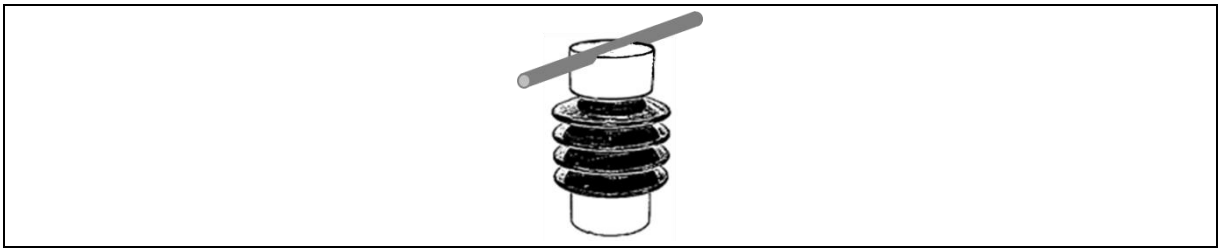
g. par immersion dans l'eau;

Figure 5.38. Modes de pose des canalisations électriques — Par immersion dans l'eau



h. sur des isolateurs.

Figure 5.39. Modes de pose des canalisations électriques — Sur des isolateurs



Sous-section 5.2.2.6. Modes de pose complémentaires

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent autoriser, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, d'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques et fixer les conditions de sécurité à respecter.

Section 5.2.3. Choix et mise en œuvre des canalisations en fonction des influences externes

Sous-section 5.2.3.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de manière à être adaptées à la température ambiante locale la plus basse et la plus élevée.

Les éléments des canalisations électriques, y compris les câbles et leurs accessoires, doivent être mis en œuvre ou manipulés seulement dans les limites de température fixées par les normes de produit correspondantes ou indiquées par le constructeur.

En outre, des précautions spéciales (calorifugeage, protection mécanique, fixation rigide...) sont prises pour des températures inférieures à −25 °C.

Sous-section 5.2.3.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Les canalisations électriques doivent être choisies et mises en œuvre de telle sorte qu'aucun dommage ne soit causé par la condensation ou la pénétration de l'eau. Le degré de protection IP de la canalisation électrique doit satisfaire, après assemblage, aux influences externes de l'emplacement considéré.

Lorsque l'eau peut s'accumuler ou se condenser dans les canalisations électriques, des dispositions doivent être prises pour assurer son évacuation.

Sous-section 5.2.3.3. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité d'agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1), tous les types de canalisations électriques conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes sont autorisés.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où il y a des agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), elles sont d'un type capable de subir avec succès l'essai au brouillard salin tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à l'action intermittente ou à une action accidentelle de produits chimiques ou corrosifs d'usage courant (AF3), elles sont d'un

type capable de subir avec succès l'essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

Si les canalisations électriques sont placées dans un lieu où elles sont soumises à une action permanente (AF4) de produits chimiques corrosifs ou polluants, elles sont spécialement étudiées en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des conditions particulières en la matière.

Sous-section 5.2.3.4. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Les canalisations électriques ont la protection mécanique répondant aux contraintes prévisibles.

Sous-section 5.2.3.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les canalisations électriques sont soumises à des vibrations moyennes ou importantes (AH2 et AH3), elles sont spécialement étudiées ou des dispositions particulières sont prises à leur égard.

Sous-section 5.2.3.6. En fonction de la présence de flore et/ou moisissure (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales; le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- une résistance mécanique suffisante, une armure métallique;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune telles que nettoyage, emploi des pesticides...

Sous-section 5.2.3.7. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Si d'application, il faut tenir compte des mesures de la *sous-section 5.3.2.8.*

Sous-section 5.2.3.8. En fonction de la protection contre les chocs électriques (BB et BC)

Les influences externes à prendre en considération pour la protection contre les chocs électriques sont celles qui sont relatives à l'état du corps humain, qui ont été définies au *tableau 2.3.* à la *sous-section 2.4.1.1.*, ainsi que celles qui sont relatives aux contacts des personnes avec le potentiel de terre qui ont été définies à la *section 2.10.13.*

Sous-section 5.2.3.9. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE), des matériaux de construction (CA) et de la structure des bâtiments (CB)

Les influences externes à prendre en considération sont définies:
- à la *section 2.10.15.* pour la nature des matières traitées ou entreposées;
- à la *section 2.10.16.* pour les matériaux de construction;
- à la *section 2.10.17.* pour la structure des bâtiments.

Les prescriptions à suivre pour le choix des canalisations électriques sont données:
- aux *sections 4.3.3.* et *5.2.8.* en ce qui concerne les précautions contre le danger d'incendie;
- à la *sous-section 7.3.* en ce qui concerne les précautions contre les risques d'explosion.

Section 5.2.4. Courants admissibles – Protection contre les surintensités – Sections des conducteurs

Sous-section 5.2.4.1. Généralités

Les règles à appliquer pour la protection contre les surintensités sont définies au *chapitre 4.4.* «Protection électrique contre les surintensités».

Sous-section 5.2.4.2. Domaine d'application

a. Généralités

La protection électrique contre les surintensités est réalisée, pour les conducteurs situés à l'intérieur des machines ou appareils électriques, suivant les règles de l'art y relatives.

Les conducteurs actifs des canalisations électriques sont protégés contre les surintensités à moins qu'ils ne soient raccordés à une source dont l'impédance est telle que le courant maximal qu'elle fournit reste inférieur ou égal au courant admissible dans ces canalisations électriques.

Lorsque des raisons impérieuses de sécurité l'exigent, il est admis de se dispenser de protection contre les surintensités par court-circuit et interdit de placer le dispositif de protection contre les surcharges sur les canalisations électriques alimentant une machine ou un appareil électrique dont l'arrêt inopiné pourrait présenter des dangers ou des inconvénients graves. Il s'agit par exemple du circuit d'excitation des moteurs, du circuit d'induit des machines à courant alternatif, du circuit secondaire de transformateurs de courant, ... Les sections des conducteurs de ces circuits sont choisies conformément aux règles de l'art.

b. En basse tension et en très basse tension

Les canalisations électriques souples alimentant directement les machines et appareils électriques mobiles, dont le raccordement s'effectue par un socle de prise de courant, peuvent ne pas être protégées contre les surintensités si leur longueur et la section de leurs conducteurs sont conformes à celles prévues dans les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Sous-section 5.2.4.3. Protection des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes

Aucune mesure de protection particulière contre les surintensités n'est prévue contre une élévation de température des jeux de barres et leurs dérivations nues dans les sous-stations, postes ou armoires de distribution, pour autant que leurs dimensions soient choisies pour supporter les contraintes thermiques et mécaniques dues aux courants de courts-circuits susceptibles de les traverser. A ce sujet, leurs dimensions respectent les prescriptions suivantes:

1. Au point de vue thermique, leur sections sont calculées conformément aux règles de l'art. Elles sont fonction:
   - du type et des caractéristiques du métal du conducteur (masse volumique, chaleur massique et résistivité);
   - de la température maximale d'exploitation du conducteur;
   - de la température maximale d'échauffement du conducteur fixée à 250°.

   Les Ministres ayant respectivement dans leurs attributions l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer les règles à suivre en cette matière.
2. Au point de vue mécanique, toute la structure c'est-à-dire le profil, la disposition et la fixation, permettra de supporter les efforts d'attraction, de répulsion et de résonance, provoqués par le courant maximum de court-circuit (valeur de crête):

   $$I_c = 2{,}5 \cdot I_{eff}$$

   dont I_c est la valeur de crête.

Section 5.2.5. Chute de tension

Les chutes de tension dans les canalisations électriques doivent être limitées aux valeurs décrites dans les règles de l'art.

Section 5.2.6. Connexions en basse tension et en très basse tension

Sous-section 5.2.6.1. Généralités

Les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées conformément aux règles de l'art dans des tableaux de manœuvre et de répartition, boîtes de jonction ou de dérivation, aux bornes des interrupteurs, des prises de courant ou dans les pavillons de volume suffisant des appareils d'éclairage suspendu.

Les logements des interrupteurs et des prises de courant encastrés sont d'un volume suffisant pour y loger aisément les connexions.

Les boîtes de jonction, de dérivation et les boîtes encastrées pour montages en conduits sont soit en métal, soit en bois ignifugé, soit en matière isolante non propagatrice de la flamme. Elles sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Aux extrémités des canalisations électriques et notamment aux endroits de pénétration dans les machines et appareils électriques, la protection continue est assurée.

Si cela s'avère nécessaire, le raccordement assure l'étanchéité à l'aide de presse-étoupe, obturateurs...

Lorsque les canalisations électriques comportent une gaine ou une enveloppe conférant un degré déterminé de protection, le presse-étoupe est serré sur cette gaine et non sur les isolants des conducteurs. Lorsque la gaine d'étanchéité se trouve sous une armure métallique, l'armure est soigneusement coupée avant l'entrée dans le presse-étoupe et arrêtée par un dispositif approprié résistant aux contraintes internes et externes.

Les presse-étoupes des enveloppes à double isolation sont en matériau isolant.

En ce qui concerne les câbles souterrains, la qualité des jonctions entre les différents tronçons d'un câble ou entre un câble et une ligne électrique présente un isolement et une herméticité au moins égale à celles du câble lui-même et ce, conformément aux règles de l'art.

Sous-section 5.2.6.2. Connexion des appareils aux installations

a. Généralités

Les appareils peuvent être connectés aux installations, soit directement à une canalisation électrique fixe, soit par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple.

Les appareils alimentés par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple comprennent les appareils mobiles et portatifs ainsi que ceux pour lesquels ce mode de connexion est reconnu par les normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Dans les conduits et les canalisations électriques, les conducteurs isolés à l'aide de matériaux d'isolation solides repérés par la combinaison des couleurs verte et jaune sont utilisés:
- comme conducteur de protection (PE mis à la terre ou non);
- comme neutre lorsque celui-ci sert également de conducteur de protection (conducteur PEN).

La combinaison des couleurs précitée est présente sur toute la longueur du conducteur.

L'utilisation des couleurs verte et/ou jaune, de même que l'emploi d'une de ces couleurs dans une combinaison multicolore est proscrite des matériaux d'isolation des conducteurs actifs à l'exclusion du conducteur neutre associé (PEN) au conducteur de protection.

En dérogation aux prescriptions de l'alinéa précédent, il est permis d'utiliser la couleur jaune ou verte pour les conducteurs électriques qui font partie des circuits de commande, contrôle, signalisation et mesure, pour autant que leur section soit inférieure à 1,5 mm^2.

b. Connexion directe des appareils à une canalisation électrique fixe

Les canalisations électriques sont protégées contre les dégradations auxquelles elles sont exposées. De plus, les connexions des conducteurs avec les appareils ne sont pas soumises à des efforts de traction et de torsion.

A leur entrée dans les appareils, les canalisations électriques sont également protégées contre les dégradations mécaniques.

Les connections des conducteurs avec les appareils sont effectuées conformément aux règles de l'art.

c. Connexion par l'intermédiaire d'une canalisation électrique souple

Les canalisations électriques souples comportent le nombre nécessaire de conducteurs électriquement distincts et mécaniquement solidaires, y compris le conducteur de protection si ce conducteur est nécessaire.

Les canalisations électriques souples sont choisies en tenant compte:
- des conditions de service;
- des influences externes;
- et des conditions de protection contre les contacts indirects.

Les connexions des canalisations électriques souples aux canalisations électriques fixes s'effectuent:
- soit par l'intermédiaire de prises de courant;
- soit par des boîtes de connexion;
- soit par des prises par frotteur sur trolley dans le cas d'alimentation de matériels ou lampes mobiles.

Les connexions des canalisations électriques souples aux appareils s'effectuent:
- soit au moyen de câbles souples reliés à demeure aux appareils;
- soit au moyen d'un connecteur, celui-ci étant disposé de telle manière que les parties actives de la prise mobile et du socle ne soient pas accessibles au toucher lorsqu'elles sont sous tension.

Les connecteurs satisfont aux prescriptions suivantes:
- les connecteurs non placés dans des lieux fermés du service électrique, sont munis soit d'un dispositif de verrouillage qui interrompt le passage du courant avant la déconnexion, soit d'un dispositif qui nécessite pour son ouverture un outil ou tout autre moyen présentant un degré de sécurité équivalent;
- les connecteurs ont un degré de protection d'au moins IPXX-B (côté source) en position non raccordée;
- les parties «source» et «drain» du connecteur sont pourvues d'un marquage spécifique des parties du connecteur et d'un système mécanique empêchant l'inversion entre conducteurs de phases, neutre et de protection.

Les éléments de dérivation amovibles des canalisations préfabriquées dont le courant nominal est égal ou supérieur à 16 A et dont la tension nominale du circuit est supérieure à 500 V en courant alternatif et 50 V en courant continu, ou dont le courant nominal est égal ou supérieur à 32 A:
- doivent avoir un degré de protection d'au moins IPXX-B;
- sont pourvus d'un interrupteur-sectionneur de la catégorie d'emploi AC22A ou DC22A, conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent de sécurité à celui défini dans cette norme;
- ne permettent l'accès à l'appareillage interne ainsi que leur introduction ou leur extraction des canalisations préfabriquées que si l'interrupteur-sectionneur est ouvert.

Section 5.2.7. Jonctions en haute tension

Les qualités des jonctions entre les différents tronçons d'un câble ou entre un câble et une ligne électrique présentent un isolement et une herméticité au moins égale à celles du câble lui-même et ce, conformément aux règles de l'art.

Section 5.2.8. Choix et mise en œuvre pour limiter la propagation du feu

Sous-section 5.2.8.1. En basse tension

a. Généralités

Ne doivent pas répondre aux exigences des *points b.* et *c.* de la *sous-section 5.2.8.1.*:

1. les conducteurs isolés constituant le câble;
2. les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une déclaration de conformité UE;
3. les conducteurs isolés et les câbles installés (séparément ou en faisceaux/nappe) avec les modes de pose suivants:
   - les câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible;
   - les conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible;
   - les lignes aériennes à conducteurs isolés;
   - les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
   - les câbles souterrains;
   - les extrémités:
     - *des câbles posés dans des caniveaux remplis de sable, ou*
     - *des câbles souterrains, ou*
     - *des câbles avec ou sans conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible, ou*
     - *des conducteurs isolés sous conduit encastrés d'au moins 3 cm dans un revêtement non combustible,*

     montées à l'air libre ou en montage apparent, pour autant que la longueur de ces extrémités n'excède pas 3 m et qu'ils soient installés dans un lieu à risque d'incendie normal. Cette exception des extrémités n'est toutefois pas admise:

- *pour les conducteurs isolés et les câbles pour le raccordement à un réseau de distribution basse tension montés à l'air libre ou en montage apparent;*
- *pour les câbles dérivés, avec ou sans conduit montés à l'air libre ou en montage apparent;*
- *pour les conducteurs isolés dérivés, sous conduits montés à l'air libre ou en montage apparent.*

b. Conducteurs isolés et câbles installés séparément

Les conducteurs isolés et les câbles installés séparément ont au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Ceci n'est pas d'application pour les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F1 ou au moins la classe E ou E_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} doivent être installés soit conformément au *point 3.* des exceptions mentionnées au *point a.* soit conformément à l'exception mentionnée à l'alinéa précédent.

Les conducteurs isolés et les câbles ajoutés dans un système de support existant sont choisis et placés (séparément ou en faisceau/nappe) en tenant compte du placement des conducteurs isolés et câbles existants et ils ont les caractéristiques ou les classes adéquates du *point b.* ou du *point c.*

c. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe

Les conducteurs isolés et les câbles installés en faisceaux ou en nappe ont au moins la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*). Cette disposition est d'application indépendamment de la distance sur laquelle les conducteurs isolés et les câbles sont installés effectivement en faisceaux ou en nappe.

Ceci n'est pas d'application pour:

1. les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F2 ou au moins la classe C ou C_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*);
2. le câblage interne d'un tableau de répartition ou de manœuvre, pour autant que celui-ci ait au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca};
3. les câbles entre les bornes basse tension d'un transformateur haute tension/basse tension et le dispositif de protection général pour autant que ces câbles, dont la longueur n'excède pas 10 m, soient installés dans le même lieu exclusif du service électrique que le transformateur et que ceux-ci aient au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe $E_{ca.}$

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} doivent être installés soit conformément au *point 3.* des exceptions mentionnées au *point a.* soit conformément au *point 1.* des exceptions mentionnées à l'alinéa précédent.

d. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câbles et matériels similaires sont du type non propagateur de la flamme. Ils doivent satisfaire aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans les normes.

Les conduits thermoplastiques propagateurs de la flamme ne sont utilisés que lorsqu'ils sont encastrés dans des matériaux non combustibles avec un recouvrement minimal de 3 cm.

Sous-section 5.2.8.2. En haute tension

a. Généralités

Ne doivent pas répondre aux exigences des *points b.* et *c.* de *la sous-section 5.2.8.2.*:

1. les conducteurs isolés constituant le câble;
2. les conducteurs isolés et les câbles des circuits d'une machine ou appareil électrique dont l'ensemble est couvert par une norme produit;
3. les conducteurs isolés et les câbles installés dans les lieux présentant un danger d'incendie normal;
4. les conducteurs isolés et les câbles installés (séparément ou en faisceaux/nappe) avec les modes de pose suivants:

- les lignes aériennes à conducteurs isolés;
- les câbles posés dans des caniveaux remplis de sable;
- les câbles souterrains.

b. Conducteurs isolés et câbles installés séparément

Les conducteurs isolés et les câbles installés séparément ont au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Ceci n'est pas d'application pour les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F1 ou au moins la classe E ou E_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*).

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F1 ou au moins la classe E_{ca} doivent être installés soit conformément aux *points 3.* et *4.* des exceptions mentionnées au *point a.* soit conformément à l'exception mentionnée à l'alinéa précédent.

Les conducteurs isolés et les câbles ajoutés dans un système de support existant sont choisis et placés (séparément ou en faisceau/nappe) en tenant compte du placement des conducteurs isolés et câbles existants et ils ont les caractéristiques ou les classes adéquates du *point b.* ou du *point c.*

c. Conducteurs isolés et câbles installés en faisceaux ou en nappe

Les conducteurs isolés et les câbles installés en faisceaux ou en nappe ont au moins la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*). Cette disposition est d'application indépendamment de la distance sur laquelle les conducteurs isolés et les câbles sont installés effectivement en faisceaux ou en nappe.

Ceci n'est pas d'application pour:

1. les conducteurs isolés et les câbles installés en faisant usage d'un matériau (comme par exemple enveloppé, recouvert, …) conférant à ces conducteurs isolés et câbles au moins une caractéristique équivalente à F2 ou au moins la classe C ou C_L (voir les caractéristiques et les classes à la *sous-section 4.3.3.4.*);
2. le câblage interne d'un ensemble de manœuvre et de répartition, pour autant que celui-ci ait au moins la caractéristique F1 ou au moins la classe $E_{ca.}$

Les conducteurs isolés et les câbles qui n'existent pas avec la caractéristique F2 ou au moins la classe C_{ca} doivent être installés soit conformément aux *points 3.* et *4.* des exceptions mentionnées au *point a.* soit conformément au *point 1.* des exceptions mentionnées à l'alinéa précédent.

d. Conduits, goulottes, chemins de câbles et matériels similaires

Les conduits, les goulottes, les gouttières, les chemins de câbles et matériels similaires sont du type non propagateur de la flamme. Ils doivent satisfaire aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans celles-ci.

e. Dispositions particulières

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, les règles auxquelles les canalisations électriques doivent répondre pour limiter la propagation du feu.

Section 5.2.9. Voisinage avec d'autres canalisations

Sous-section 5.2.9.1. Généralités

Pour les câbles souterrains, au voisinage des conduites de gaz, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz dans les regards ou trous d'hommes; dans ce voisinage, l'emploi de fourreaux pour la protection des câbles armés souterrains est évité. Toutefois, lorsque les circonstances obligent à recourir à ce mode de protection, les mesures nécessaires sont prises pour éviter les accumulations de gaz.

Sous-section 5.2.9.2. En basse tension et en très basse tension

Dans le cas de voisinage de canalisations électriques et de canalisations non électriques, les canalisations électriques sont disposées de façon à ménager entre les surfaces extérieures des canalisations une distance telle que toute intervention sur une canalisation ne risque pas d'endommager les autres.

Au voisinage des canalisations de chauffage ou d'air chaud et des conduits de fumée, les canalisations électriques doivent ne pas risquer, de ce fait, d'être portées à une température nuisible et, dès lors, être tenues à une distance suffisante ou être séparées de ces canalisations par un écran calorifuge.

De même, les canalisations électriques n'empruntent pas des cheminées, des gaines de ventilation ou de désenfumage.

Les canalisations électriques ne sont pas placées parallèlement au-dessous des canalisations pouvant donner lieu à des condensations (telles que canalisations d'eau, de vapeur ou de gaz...) à moins que des dispositions ne soient prises pour protéger les canalisations électriques des effets de ces condensations.

Des canalisations électriques et des canalisations non électriques peuvent uniquement être groupées dans un même système de pose (caniveau, gaine, gouttière...) si les conditions suivantes sont simultanément remplies:
1. la protection contre les contacts indirects est assurée en considérant les canalisations métalliques non électriques comme des éléments conducteurs;
2. les canalisations électriques sont convenablement protégées contre les dangers pouvant résulter de la présence d'autres canalisations.

Lorsque les canalisations électriques comportent extérieurement un revêtement isolant équivalant à une isolation supplémentaire et conçu pour garder ses propriétés dans les gaines ou caniveaux, il n'y a pas lieu de prendre d'autres mesures de protection contre les contacts indirects, même dans le cas d'adjonction ultérieure d'autres canalisations métalliques.

Les dangers pouvant résulter de la présence d'autres canalisations concernent notamment:
- une élévation de la température, due au voisinage de canalisations de vapeur, de chauffage ou plus généralement d'un fluide chaud;
- le danger de condensation;
- le danger d'inondation, en cas d'avarie à une conduite de liquides, toutes dispositions étant alors prises pour assurer l'évacuation des liquides.

Section 5.2.10. Règles particulières aux différents modes de pose

Sous-section 5.2.10.1. Lignes aériennes

Pour les règles d'installations spécifiques aux lignes aériennes, les prescriptions du *chapitre 7.1.* sont d'application.

Sous-section 5.2.10.2. Canalisations électriques souterraines

a. Règles générales

a.1. Généralités

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE), seuls des câbles conformes soit aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN pour cet usage soit à des dispositions qui assurent au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes, peuvent être posés dans le sol et dans les fourreaux souterrains inaccessibles.

Le câble est enfoui, sauf impossibilité technique, à une profondeur minimale de 0,60 m mesurée à partir de la surface du sol (surface du terrain, surface supérieure des pavés ou du revêtement de la route...).

Si la profondeur d'enfouissement de 0,60 m est irréalisable, la protection est constituée d'un fourreau continu, ou d'un fourreau à joints à emboîtements ou à recouvrements, en matériaux durables et résistants, conformément aux règles de l'art en la matière, ou de tout système équivalent offrant une protection suffisante contre les causes de détérioration mécanique.

En ce qui concerne la protection contre les contacts directs et indirects, aucune mesure complémentaire aux conditions décrites ci-dessus n'est requise.

a.2. En basse tension et en très basse tension

La pose enterrée des câbles n'est autorisée uniquement s'ils répondent à l'une des conditions suivantes :
- les câbles sont munis d'un écran de protection avec mise à la terre et ils sont, soit constitués avec une armure, soit protégés par une gaine renforcée résistant au contact des corps durs et aux chocs des outils métalliques à main; la coordination entre les dispositifs de protection et les sections de l'écran de protection est telle que les canalisations électriques sont suffisamment protégées contre les avaries que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit;
- les câbles sont munis d'une gaine extérieure restant suffisamment résistante au contact des corps durs et aux chocs des outils métalliques à main, dans des conditions normales de service; dans ce

cas, la canalisation électrique est en outre protégée sur tout son parcours par une couverture en matériaux durables et résistants, destinée à la préserver de l'atteinte des outils lors des fouilles, cette couverture débordant du câble et étant réalisée sans joint longitudinal continu au-dessus de la canalisation électrique;

- les câbles sont placés dans un fourreau ou tout système équivalent offrant une protection suffisante contre les causes de détérioration mécanique.

a.3. En haute tension

En complément de la règle générale du *point a.1.,* la profondeur d'enfouissement est portée à 1,00 m pour les canalisations électriques à haute tension en courant continu et celles en courant alternatif de la 2ème catégorie. Il est admis que les canalisations électriques souterraines à haute tension en courant continu et celles en courant alternatif de la 2ème catégorie installées avant le 1er janvier 1983 soient maintenues à une profondeur d'enfouissement d'au moins 0,60 m.

Tout câble souterrain est protégé sur tout son parcours par une couverture en matériaux durables et résistants, destinée à le préserver de l'atteinte des outils lors des fouilles. Cette couverture déborde le câble; elle est réalisée sans joint longitudinal continu au-dessus de celui-ci.

Les câbles comportent un écran de protection électrique mis à la terre; dans le cas des câbles du type armé, l'armure peut servir à cette fin. La coordination entre les dispositifs de protection et les sections de l'écran de protection est telle que les canalisations électriques sont protégées suffisamment contre les avaries que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit.

Tout câble de haute tension en courant continu enterré et tout câble de haute tension en courant alternatif de 2ème catégorie enterré sont signalés par un dispositif avertisseur non corrodable, placé au moins à 10 cm au-dessus dudit câble.

b. Traversée des murs et parois

Lorsque la pose de câbles souterrains nécessite le percement de murs ou parois, la percée sera soigneusement obturée après la pose.

c. Voisinage et croisement des câbles souterrains de télécommunication

c.1. Disposition générale

Au voisinage et au croisement des câbles souterrains de télécommunication, tout câble d'énergie est posé de manière à se trouver, en chacun de ses points, à 0,50 m au moins des câbles de télécommunication existant au moment de la pose.

Si une telle disposition n'est pas réalisable, une dérogation peut être octroyée par les Ministres intéressés ou les fonctionnaires qu'ils désignent à cet effet. Dans une telle éventualité, celui qui pose la canalisation électrique prend, de concert avec le propriétaire du câble de télécommunication, les mesures propres à exclure des erreurs ultérieures dans l'identification des câbles, à prévenir tous dommages ainsi qu'à éviter les troubles dans les communications et le danger pouvant découler de cette dérogation.

c.2. Déplacement des câbles de télécommunication et d'énergie

Si des câbles de télécommunication et d'énergie sont déplacés à la demande de tiers, les mesures dérogatoires reprises sous le *point c.1.* ci-avant sont d'application.

c.3. Dérogation générale

Les gestionnaires de réseaux (gaz et électricité), peuvent déroger à cette disposition générale en ce qui concerne leurs propres installations de télécommunication à condition de prendre les dispositions de nature à éviter le danger.

Cette dérogation générale est également d'application pour les installations des Sociétés de Transports Intercommunaux.

d. Repérage

d.1. Principe

La présence d'un câble est signalée de manière visible et durable. A cet effet, un repère est placé à chacune des extrémités des alignements. Si l'alignement a plus de 200 m de longueur, des repères intermédiaires sont placés au moins tous les 200 m. Des repères sont également placés aux extrémités des courbes.

Dans les courbes de plus de 20 m de développement, un repère supplémentaire est placé au milieu de l'arc décrit. Si une distance de 50 m sépare ce repère de ceux marquant les origines de la courbe, des repères supplémentaires sont placés de manière que l'écartement entre repères soit de 50 m au maximum.

d.2. Nappes de câbles

Dans le cas d'une nappe de plusieurs câbles, il peut être fait usage de repères communs pour l'ensemble de ces câbles.

d.3. Exception

S'il est impossible d'implanter un repère au-dessus de l'emplacement d'un ou de plusieurs câbles, ce repère est implanté à une distance aussi réduite que possible du gisement du ou des câbles.

Dans le cas de propriétés privées, les repères sont placés de préférence aux limites des parcelles ou en d'autres endroits où l'exploitation et, en particulier l'exploitation des terres agricoles, n'est pas entravée par leur présence.

N'est pas obligatoirement signalée, la présence :
- des raccordements d'utilisateurs de réseau à basse tension;
- des câbles posés par les Chemins de fer Belges sur son propre terrain;
- des câbles reliant entre eux les différents poteaux d'une installation d'éclairage public ou de signalisation lumineuse et ces poteaux à leurs postes d'alimentation.

N'est pas non plus signalée: la présence des câbles posés dans une voie publique lorsque l'autorité ayant la gestion de cette voie publique s'oppose formellement au placement de repères sur celle-ci à cause de la nature spéciale du revêtement de la voirie.

d.4. Les repères

Les repères utilisés sont en matière durable. Leur superficie n'est pas inférieure à 0,01 m^2 ni leur plus petite dimension inférieure à 0,08 m. Ils portent, au moins en saillie sur leur face apparente, les indications suivantes:
- un éclair pour signaler la présence d'un seul câble;
- deux éclairs pour signaler la présence d'une nappe de câbles superposés ou voisins.

d.5. Plans des canalisations souterraines

Concernant les obligations du propriétaire, voir *section 9.1.4.*

d.6. Domaine militaire

L'autorité militaire peut s'opposer, pour des motifs de sûreté militaire, à l'application intégrale ou partielle de ce *point d.* aux installations qu'elle utilise ou qui sont situées sur son domaine.

e. Emprunt de la grande voirie par terre ou par eau

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des prescriptions particulières.

f. Traversée des voies d'un chemin de fer à grande section, d'un chemin de fer vicinal, d'un métro ou d'un tramway

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des prescriptions particulières.

g. Le long des voies d'un chemin de fer vicinal, d'un métro ou d'un tramway

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des prescriptions particulières.

Sous-section 5.2.10.3. Conduits en métal magnétique en haute tension

Les canalisations électriques appartenant à un même circuit à courant alternatif sont réunies sous un même conduit lorsque celui-ci est en métal magnétique non fendu longitudinalement.

Sous-section 5.2.10.4. Règles particulières en basse tension et en très basse tension

a. Pose sous conduits

a.1. Les conduits

Les conduits peuvent être en matière thermoplastique et en acier.

Ils sont, à l'exception des conduits thermoplastiques propagateurs de la flamme, conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans celles-ci.

Les conduits en matière thermoplastique peuvent être du type rigide, du type souple lisse ou du type annelé.

Les conduits en acier sont constitués d'un feuillard d'acier à bords soudés, soit à raccords lisses (TAL), soit à raccords filetés extérieurement aux deux extrémités (TAF).

Des conduits souples existent avec enveloppe extérieure métallique spiralée, avec ou sans gaine isolante interne ou externe.

Les courbes ou coudes des conduits sont effectués:
- soit en plein tube à l'aide de pinces ou d'appareils appropriés;
- soit par des procédés appropriés aux conduits, tels que l'échauffement pour les conduits en matière thermoplastique;
- soit en pièces préparées à l'avance, telles que des courbes, des équerres ou des tés.

Les équerres et les tés sont en deux pièces; leurs joints sont conditionnés de façon à assurer une étanchéité suffisante.

a.2. Choix des matériels

Peuvent être posés, dans des conduits, des conducteurs isolés ou des câbles.

a.3. Conditions d'emploi

Sous réserve des exceptions mentionnées dans le présent Livre, le montage sous conduits est autorisé dans tous les lieux.

a.4. Dimensions des conduits et des accessoires de raccordement

Les dimensions intérieures des conduits et accessoires de raccordement sont telles qu'il soit possible de tirer et de retirer facilement les conducteurs ou câbles après la pose des conduits et de leurs accessoires.

a.5. Pose des conduits – Règles générales

La pose des conduits se fait de la manière suivante:

- leur immobilisation est assurée d'une façon convenable et leurs éventuels manchons d'accouplement sont fixés de manière à éviter tout glissement;
- il est en tout temps possible d'y introduire ou d'en retirer des conducteurs ou câbles;
- les conduits et notamment leurs extrémités ne peuvent pas blesser l'isolant des conducteurs et câbles;
- les rayons de courbure des coudes faits sur place ne sont pas inférieurs à:
  - dix fois le diamètre extérieur des conduits en métal;
  - huit fois le diamètre extérieur des conduits thermoplastiques souples;
  - cinq fois le diamètre extérieur des conduits thermoplastiques rigides;
- pour la réalisation des coudes, il est fait usage des procédés conformes aux règles de l'art;
- les mesures appropriées sont prises pour éviter tout séjour d'eau dans les conduits et les appareils auxquels ils aboutissent.

a.6. Montages interdits

Il est interdit:
- d'utiliser des conduits en matériaux combustibles, sauf s'ils sont encastrés dans des matériaux non combustibles avec un recouvrement minimal de 3 cm;
- d'introduire des connexions, jonctions ou ligatures entre les conducteurs ou câbles dans les conduits;
- d'utiliser des conduits en matière thermoplastique à des endroits où la température est susceptible de dépasser 60 °C dans des conditions normales;
- de placer dans des conduits des cordelières, des fils du type rosette ou des cordons souples CSuB ou similaires.

Les raccords éventuels dans les coffrets de tirage et de passage ne peuvent être réalisés que sur un bornier adéquat.

a.7. Conduits en métal magnétique

Les canalisations électriques appartenant à un même circuit à courant alternatif sont réunies sous un même conduit lorsque celui-ci est en métal magnétique non fendu longitudinalement et lorsque ces canalisations électriques sont protégées par des dispositifs de protection d'une intensité nominale dépassant 25 A.

a.8. Règles particulières applicables au montage sous conduit apparent

Protection mécanique

La protection mécanique des conduits est adaptée aux influences externes auxquelles ils sont soumis.

Attaches des conduits

La fixation des conduits est effectuée conformément aux règles de l'art en la matière.

a.9. Règles particulières applicables au montage des conduits encastrés dans la maçonnerie, le crépi ou tout autre revêtement

Protection contre la corrosion

Des précautions conformes aux règles de l'art sont prises pour éviter que ne soient corrodés les conduits disposés dans les milieux corrosifs.

Jonctions et raccords

Dans les boîtes de jonction, de dérivation et de tirage, les conducteurs ou câbles restent accessibles et les raccords en T et en L sont interdits.

b. Pose sous moulures, plinthes et chambranles

b.1. Matériels

Les moulures, plinthes et chambranles peuvent être en bois ou en matière thermoplastique. Ils présentent une résistance mécanique suffisante.

b.2. Choix des canalisations électriques

Peuvent être posés dans des moulures, plinthes et chambranles, des conducteurs isolés ou des câbles unipolaires.

Si les moulures, plinthes ou chambranles sont constitués de matériaux combustibles, les conducteurs isolés ou câbles unipolaires sont conformes aux prescriptions du *point c.* de la *sous-section 5.2.8.1.*

Les rainures des moulures, plinthes et chambranles ont des dimensions telles que les conducteurs ou câbles unipolaires s'y logent aisément.

Dans les moulures en bois, on ne passe qu'un seul conducteur ou câble unipolaire par rainure, à moins que ces conducteurs ou câbles unipolaires n'appartiennent à un seul et même circuit.

L'emploi de plinthes sans couvercle et ne comportant qu'une seule rainure n'est pas admis pour le passage des conducteurs ou câbles unipolaires.

c. Pose à l'air libre et pose en montage apparent

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE) et des conducteurs PEN indépendants, seul le placement de câbles est admis pour la pose à l'air libre et le montage en apparent.

Les moyens de fixation, chemins de câbles, tablettes, *etc.* sont choisis et disposés de façon à ne pas porter préjudice aux canalisations électriques. Ils sont capables de supporter sans dommage les influences externes auxquelles ils sont soumis.

Dans les parcours verticaux, il y a lieu de s'assurer que les efforts de traction exercés par le poids des canalisations électriques ne risquent pas de conduire à des ruptures ou à des déformations des conducteurs. Ces efforts de traction ne peuvent pas s'exercer sur les bornes de connexion.

Les dispositifs de fixation sont de conception et de dimensions telles qu'ils ne détériorent pas les canalisations électriques.

d. Goulottes et gouttières

A l'exception des conducteurs de protection indépendants (PE) et des conducteurs PEN indépendants, le placement de conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale est interdit dans les gouttières.

Les conducteurs isolés peuvent être placés dans des goulottes.

Si les conducteurs isolés sont placés dans des goulottes qui sont situées en dehors des locaux du service électrique, ces goulottes sont à parois pleines et munies d'un couvercle, qu'on ne peut ouvrir qu'à l'aide d'un outil.

Les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées conformément aux règles de l'art dans des boîtes de jonctions ou de dérivation, ou aux bornes des interrupteurs ou des prises de courant.

Lorsqu'on utilise dans une gouttière ou goulotte des canalisations électriques de circuit à des tensions différentes, les connexions pour jonctions, raccordements ou dérivations sont exécutées dans des compartiments séparant les canalisations électriques à tensions différentes.

e. Gaines

Le choix des canalisations électriques dans les gaines se fait en fonction des risques présentés par l'emplacement où se trouve la gaine.

Le risque d'introduction de liquide dans les gaines est soigneusement écarté.

f. Caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable et gaines de sol

Le choix des canalisations électriques dans les caniveaux se fait en fonction des risques présentés par l'emplacement du caniveau.

Les caniveaux sont tels qu'ils puissent être facilement nettoyés notamment dans les locaux poussiéreux.

g. Vides de construction

Les conducteurs, câbles et conduits à poser dans les vides de construction sont conformes aux prescriptions des *points c.* et *d.* de la *sous-section 5.2.8.1.*

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale dans les vides de construction (des plafonds, planchers…).

Dans le cas de canalisations électriques placées sous conduits qui ne présentent pas la résistance mécanique nécessaire, ceux-ci sont protégés mécaniquement à tous les endroits où existent des risques de détérioration, comme par exemple à leur passage sur les gîtes.

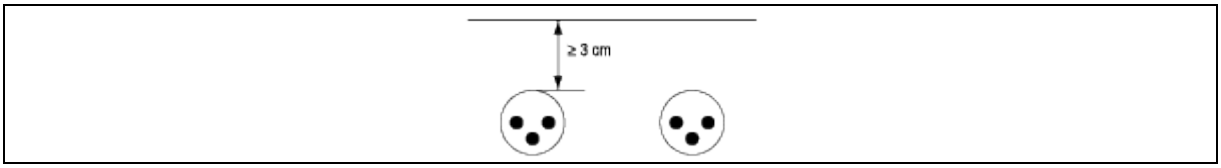
h. Pose en encastrement sans conduit

h.1. Canalisations électriques noyées dans le béton ou le ciment

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale noyés dans les parois, planchers et plafonds.

Les canalisations électriques noyées dans les parois, planchers et plafonds sont couvertes d'une couche de béton ou de ciment d'une épaisseur d'au moins 3 cm.

Figure 5.40. Pose en encastrement sans conduit dans le béton ou le ciment



h.2. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux

Il est interdit de placer des conducteurs uniquement pourvus d'une isolation principale noyés dans les murs des locaux.

Les canalisations électriques noyées sans conduit dans les murs des locaux répondent aux prescriptions suivantes:

- leur parcours ne comporte que des tracés horizontaux et verticaux, les tracés horizontaux dans un plafond étant perpendiculaires aux parois verticales;
- les parcours horizontaux se trouvent entre 25 et 35 cm du plancher ou du plafond et entre 25 et 35 cm également au-dessus de la face inférieure du linteau des fenêtres à condition que, dans ce cas, les canalisations demeurent à 25 cm au moins sous le plafond;
- les parcours verticaux se trouvent le plus près possible d'un angle du local ou entre 10 et 20 cm des chambranles ou huisseries des portes;
- la pose hors du gabarit décrit ci-dessus se fasse à la verticale d'une machine ou appareil électrique visibles;
- elles ne soient soumises à aucune contrainte mécanique ni lors de la pose ni ultérieurement;
- elles soient fixées sans détérioration aux parois;
- l'épaisseur de l'enduit de revêtement ne soit pas inférieure à 0,4 cm.

Figure 5.41. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux

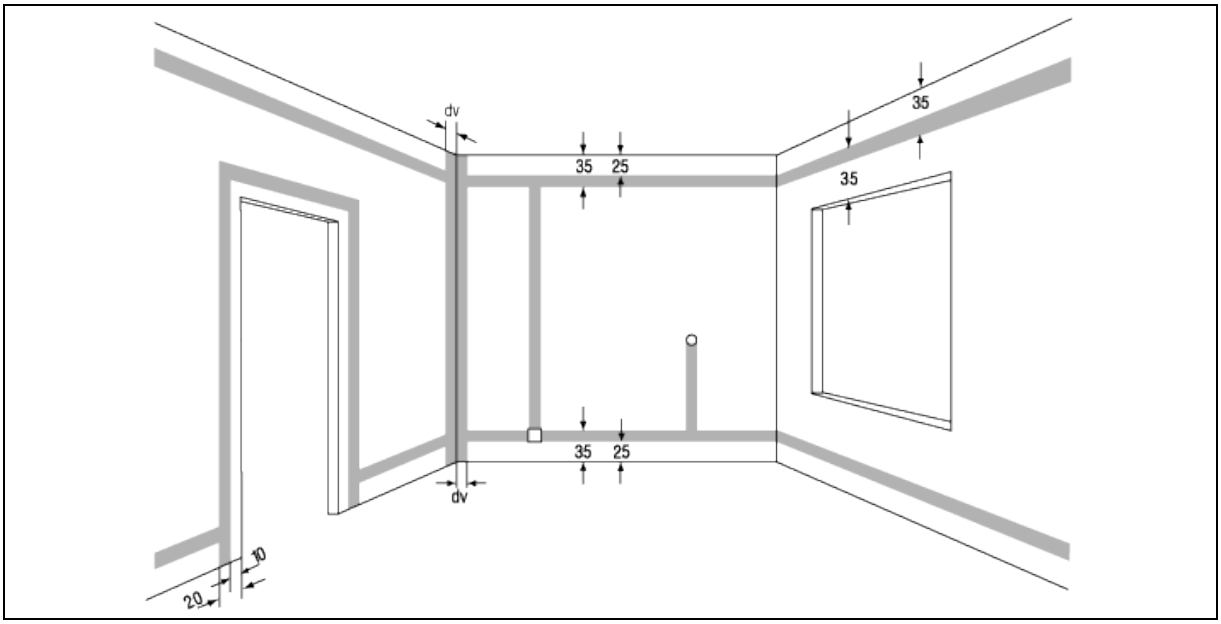


Figure 5.42. Coupe schématique d'une saignée

(1) Enduit de revêtement

i. Canalisations préfabriquées

i.1. Protection contre les contacts directs

Le degré de protection des canalisations préfabriquées est au moins égal à IPXX-B. Ces canalisations électriques sont conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN, ou répondent à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes.

i.2. Emploi interdit

L'emploi de canalisations préfabriquées est interdit dans les salles d'eau.

j. Montage en fils parallèles sur isolateurs

j.1. Conditions d'emploi

Le montage en fils parallèles sur isolateurs des canalisations électriques est autorisé partout où aucune protection mécanique n'est nécessaire, pour autant qu'aucune prescription du présent Livre ne s'y oppose et que:
- les isolateurs soient en matériaux incombustibles et non hygroscopiques;
- les canalisations électriques sans gaine ne touchent ni les parois des locaux, ni aucun des objets qui s'y trouvent à demeure.

Les canalisations électriques visées ci-dessus sont:
- soit en barres sous gaine, dans une enceinte ou des caniveaux clos;
- soit en tubes;
- soit des conducteurs nus ou isolés.

j.2. Pose

Conducteurs nus

Les conducteurs sous forme de fils ou câbles sont suffisamment tendus, sans que leur limite élastique ne soit atteinte.

La distance entre conducteurs de polarités différentes est de 10 cm pour une portée inférieure à 4 m et est majorée de 2 cm pour chaque mètre de portée supplémentaire.

La distance entre fils ou câbles et les parois et objets est de 10 cm; en cas de nécessité, une distance inférieure est admise si le risque de contact est exclu en raison du rapprochement des supports ou de l'interposition d'un isolant. Toutefois, une distance de 5 cm entre les conducteurs et les canalisations non électriques est observée.

Conducteurs en barres ou tubes

La distance entre conducteurs en barres ou tubes et les canalisations ou conduits électriques avoisinants est d'au moins 5 cm.

S'ils sont reliés à des conducteurs isolés, il est admis qu'en service normal la température de ces conducteurs excède sur une certaine longueur la valeur supportée par l'isolation; il est d'ailleurs recommandé de supprimer l'isolation sur cette longueur.

Conducteurs isolés

La distance entre supports isolants consécutifs est telle que:
- les conducteurs de polarités différentes sont écartés d'au moins 1,5 cm;
- le conducteur, en état de pose, est écarté des parois et des objets d'au moins 1 cm dans les conditions d'influences externes AD1 et AD2 (définies à la *section 2.10.3.*) et AE1 à AE3 (définies à la *section 2.10.4.)* ou de 2 cm dans les conditions d'influences externes AD3 à AD6 et AE4.

Les portées horizontales sont:

- inférieures à 1,20 m pour des conducteurs en cuivre de section inférieure ou égale à 10 mm²;
- inférieures à 1,50 m pour des conducteurs en cuivre de section supérieure à 10 mm²;
- plus grandes lorsqu'on peut sans inconvénient augmenter la flèche.

k. Canalisations et panneaux chauffants

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions fixe, par arrêté, les conditions auxquelles doivent répondre ces canalisations et panneaux chauffants et leur installation.

l. Règles spécifiques pour les installations extérieures

Le mode de pose des canalisations électriques à l'extérieur des bâtiments est conforme aux règles de l'art qui s'y rapportent compte tenu des conditions d'influences externes auxquelles elles sont soumises.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, imposer des modes de pose déterminés et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

m. Règles spécifiques pour les installations à très basse tension (TBT)

m.1. Généralités

Les généralités d'application pour les installations à basse tension, reprises à la *sous-section 5.2.1.1.*, sont d'application.

m.2. Mode de pose

Les modes de pose de canalisations électriques prescrites pour la basse tension (voir *sous-sections 5.2.2.1.* à *5.2.2.4.*) sont d'application. Ces prescriptions en fonction du mode de pose sont reprises à la *sous-section 5.2.10.4.* à l'exception de celles reprises au:

- 1er alinéa du *point* c.;
- 2ème alinéa du *point g.*;
- *point h.2.*

D'autre part, l'utilisation de canalisations préfabriquées est autorisée à la condition que, pour assurer la protection contre les chocs électriques par contacts directs, leur degré de protection soit au moins égal à IPXX-B.

m.3. Prescriptions complémentaires

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent autoriser, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, d'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques et fixer les prescriptions de sécurité à respecter.

Chapitre 5.3. Appareillage électrique (protection, commande, sectionnement et surveillance)

Section 5.3.1. Généralités

Ce Chapitre traite du choix et de la mise en œuvre de l'appareillage électrique relatif à la protection, à la commande, au sectionnement et à la surveillance; et ceci en tenant compte entre autre des influences externes, comme définis au *chapitre 2.10.*:

- AA – température ambiante;
- AD – présence d'eau;
- AE – présence de corps solides étrangers;
- AF – présence de substances corrosives ou polluantes;
- AG – contraintes mécaniques dues aux chocs;
- AH – contraintes mécaniques dues aux vibrations;
- AK – présence de flore et/ou moisissure et AL – présence de faune;
- AM – influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes et AN – rayonnements solaires;
- BA – compétence des personnes;
- BB – état du corps humain;
- BC – contact des personnes avec le potentiel de terre;
- BD – possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence;
- BE – nature des matières traitées ou entreposées;

- CA – matériaux de construction;
- CB – structure des bâtiments.

Section 5.3.2. Choix et mise en œuvre des machines et appareils électriques en fonction des influences externes

Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA)

Les machines et appareils électriques sont choisis et mis en œuvre, suivant les dispositions du *tableau 5.2.* en tenant compte des températures existant dans les lieux où ils sont utilisés.

Tableau 5.2. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel en fonction de la température ambiante

Code	*Température ambiante*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
AA1	–60°C à +5°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées
AA2	–40°C à +5°C	
AA3	–25°C à +5°C	
AA4	–5°C à +40°C	Normal
AA5	+5°C à +40°C	
AA6	+5°C à +60°C	Matériel spécialement étudié ou dispositions appropriées

Pour des matériels particuliers, il peut être tenu compte des températures mentionnées dans le *tableau 5.3.*

Tableau 5.3. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante

Code	*Température*	*Caractéristique du matériel et mise en œuvre*
AA7	–15 °C à +25 °C	Matériel normal pour extérieur
AA8	+5 °C à +30 °C	Matériel normal pour locaux habituellement chauffés.

Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de liquides est déterminé selon la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.4.*

Tableau 5.4. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence d'eau (AD)

Code	*Présence d'eau*	*Degré de protection*
AD1	Négligeable	IPX0
AD2	temporairement humides	IPX1
AD3	Humides	IPX3
AD4	Mouillés	IPX4
AD5	Arrosés	IPX5
AD6	paquets d'eau	IPX6
AD7	Immergés	IPX7
AD8	Submergés	IPX8

Sous-section 5.3.2.3. En fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Le degré de protection des machines et appareils électriques contre la pénétration de corps solides étrangers est déterminé selon les normes conformes aux normes homologuées par le Roi ou enregistrée par le NBN, ou répond à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans ces normes et ceci conformément aux dispositions du *tableau 5.5.*

Tableau 5.5. Degré de protection des machines et appareils électriques en fonction de la présence de corps solides étrangers (AE)

Code	*Corps solides étrangers*	*Degré de protection*
AE1	Grande dimension	IP2X ou IP0X selon qu'un degré de protection est ou n'est pas imposé contre les dangers d'un contact direct
AE2	Plus petite dimension 2,5 mm	IP3X
AE3	Plus petite dimension 1 mm	IP4X

AE4	Poussières	Pouvant y pénétrer	IP5X
		Etanchéité nécessaire	IP6X

Sous-section 5.3.2.4. En fonction de la présence de substances corrosives ou polluantes (AF)

Si la quantité ou la nature des agents corrosifs ou polluants est négligeable (AF1) sur les machines et appareils électriques, ceux-ci sont conformes aux règles de l'art pour les conditions usuelles d'emploi.

En présence d'agents corrosifs ou polluants d'origine atmosphérique (AF2), les machines et appareils électriques sont conçus et réalisés de telle manière qu'ils subissent avec succès l'essai au brouillard salin, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action intermittente ou s'ils peuvent être soumis à une action accidentelle de produits chimiques (AF3), les machines et appareils électriques sont conçus et fabriqués de telle manière qu'ils satisfont à un essai de protection contre la corrosion, tel que défini soit par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit par des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

S'ils sont soumis à une action permanente de produits chimiques (AF4), les machines et appareils électriques sont spécialement étudiés ou leur revêtement protecteur spécialement approprié en fonction de la nature des agents en question. Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté, des conditions particulières en la matière et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)

Les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux contraintes prévisibles correspondant à l'influence externe AG1, AG2 ou AG3.

Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)

Si les machines et appareils électriques sont soumis à des vibrations qui sont définies par les règles de l'art comme moyennes ou importantes (AH2 ou AH3), ils sont spécialement étudiés ou des dispositions spéciales sont prises à leur égard.

Sous-section 5.3.2.7. En fonction de la présence de flore et/ou moisissures (AK) et de faune (AL)

Les mesures à prendre contre la flore et/ou moisissures dépendent de la nature de celle-ci et des conditions locales. Le risque est dû soit au développement nuisible de la végétation, soit à son abondance.

Les mesures éventuelles de protection à prendre contre la faune sont, selon le cas:
- un degré de protection approprié contre la pénétration des corps solides;
- des précautions pour éviter la présence de cette faune, telles que nettoyage, emploi de pesticides...

Sous-section 5.3.2.8. En fonction des influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes (AM) et des rayonnements solaires (AN)

Des mesures de protection spéciales, reprises ci-après, sont éventuellement utilisées.

Contre les courants vagabonds (AM2):
- isolation renforcée;
- revêtements protecteurs spéciaux;
- protection cathodique;
- équipotentialité supplémentaire.

Contre les influences électromagnétiques (AM3) ou ionisantes (AM4):
- éloignement des sources de rayonnement;
- interposition d'écrans;
- enveloppes en matériaux spéciaux.

Contre les influences électrostatiques (AM5):
- écran mis à la terre;
- réduction de la résistance superficielle des matières isolantes;
- équipotentialité supplémentaire;
- disposition d'emplacements non conducteurs.

Contre les courants induits (AM6):
- éloignement des sources de courant induit;
- interposition d'écrans.

Contre les rayonnements solaires susceptibles de nuire au matériel électrique (AN2):
- matériaux résistant aux rayons ultraviolets;
- revêtements de couleur spéciale;
- interposition d'écrans.

Sous-section 5.3.2.9. En fonction de la compétence des personnes (BA)

Le choix des machines et appareils électriques tient compte des dispositions du *tableau 5.6*.

Tableau 5.6. Choix des machines et appareils électriques en fonction de la compétence des personnes (BA)

Code	*Compétence des personnes*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BA1	Ordinaires	Normal
BA2	Enfants	Matériel de degré de protection supérieur à IPXX-B
BA3	Handicapés	Inaccessibilité des matériels dont les températures des surfaces extérieures sont supérieures à 80 °C
BA4	Averties	Matériel non protégé contre les contacts directs admis
BA5	Qualifiées	

Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BB, en fonction de l'état du corps humain; en tenant compte des dispositions du *tableau 5.7*.

Tableau 5.7. Choix des machines et appareils électriques en fonction de l'état du corps humain (BB)

Code	*Etat du corps humain*	*Caractéristiques du matériel et mise en œuvre*
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	Normal
BB2	Peau mouillée	Mesures de protection appropriées
BB3	Peau immergée dans l'eau	

Sous-section 5.3.2.11. En fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BC, en fonction de la fréquence des contacts des personnes avec le potentiel de terre; la classe du matériel sera choisie suivant les dispositions du *tableau 5.8*.

Tableau 5.8. Choix des machines et appareils électriques en fonction du contact des personnes avec le potentiel de terre (BC)

Code	*Classes de contacts*	*Classes de matériels*			
		0-0I	*I*	*II*	*III*
BC1	Nuls	A	A	A	A
BC2	Faibles	A	A	A	A
BC3	Fréquents	+	A	A	A
BC4	Continus	+	(1)	(1)	(2)

A: matériels admis
+: matériels interdits
(1) suivant la mesure de protection, par séparation de sécurité des circuits, limitée à un seul appareil par transformateur
(2) suivant la mesure de protection par très basse tension de sécurité

Sous-section 5.3.2.12. En fonction de la nature des matières traitées ou entreposées (BE)

Le choix des machines et appareils électriques est fait conformément aux influences externes BE, en fonction de la nature des matières traitées ou entreposées:
- BE2 risque d'incendie: *sections 4.3.3. et 5.2.8.*;
- BE3 risque d'explosion: *chapitre 7.3.*;
- BE4 risque de contamination: *section 4.6.3.*

Sous-section 5.3.2.13. En fonction des matériaux de construction (CA)

Si l'influence externe est CA2, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles; il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3*.

Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB)

Si l'influence externe est CB2, CB3 ou CB4, les machines et appareils électriques ont une protection répondant aux influences prévisibles. Pour CB2, il y a lieu notamment de suivre les prescriptions de la *section 4.3.3*.

Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure

Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité

a. Sectionnement en basse tension et en très basse tension

a.1. Généralités

Des dispositifs sont prévus pour permettre le sectionnement de tout ou partie de l'installation électrique en vue de l'entretien, de la vérification et de la localisation des défauts et des réparations. Ces dispositifs coupent tous les conducteurs actifs y compris le neutre, excepté:
- dans le schéma TN-C où il est interdit de couper le conducteur PEN,
- dans le schéma TN-S où il est permis de ne pas couper le conducteur neutre,
- dans le schéma TT, où la coupure du conducteur neutre est réalisée dans les conditions décrites au dernier alinéa de *4.2.3.4.c.4*.

a.2. Sectionnement en amont et en aval des transformateurs haute tension / basse tension

Les raccordements à tout transformateur haute tension / basse tension sont pourvus tant en amont qu'en aval, des dispositifs de sectionnement conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondant à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Cette prescription ne s'applique pas:
- au transformateur formant groupe avec une autre machine ou appareil électrique. Dans ce cas, les dispositifs de sectionnement entre le transformateur et la machine ou appareil électrique avec lequel ils forment groupe peuvent être supprimés;
- aux transformateurs des appareils de mesure;
- au secondaire des transformateurs alimentant des lampes à décharge et des transformateurs d'une puissance ne dépassant pas 500 VA.

Dans le cas de transformateurs appelés à fonctionner en parallèle et dont les neutres sont reliés entre eux et non mis à la terre, les dispositifs de sectionnement coupent simultanément le neutre et les phases.

a.3. Choix et caractéristiques du matériel

Les dispositifs à semi-conducteurs ne sont pas utilisés pour assurer le sectionnement.

1. En basse tension et en très basse tension, l'un des dispositifs suivants est utilisé:
   - sectionneurs multipolaires ou unipolaires;
   - prises de courant;
   - éléments de remplacement des coupe-circuit à fusibles;
   - barrettes de sectionnement;
   - bornes spécialement conçues ne nécessitant pas le déplacement d'un conducteur;
   - les interrupteurs-sectionneurs qui sont assimilés à des sectionneurs s'ils satisfont aux conditions de la norme homologuée par le Roi, relative aux sectionneurs à basse tension et à très basse tension dans l'air ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - les disjoncteurs et les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel s'ils satisfont aux conditions concernant la fonction de sectionnement de la norme homologuée par le Roi qui leur est relative ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - les parties débrochables et les parties amovibles des ensembles d'appareillage montés en usines si elles satisfont aux conditions de la norme homologuée par le Roi, relative aux ensembles d'appareillage à basse tension montés en usine ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme;
   - systèmes automatiques de sectionnement qui assurent le découplage entre le réseau de

distribution et une source autonome qui ne fait pas partie du réseau de distribution et qui peut fonctionner en parallèle avec ce réseau.

2. En basse et en très basse tension, si les dispositifs dont question sous *1.* ne sont pas appliqués, la distance entre pièces nues sous tension est de 9 mm.
   Dans ce cas, les moyens permettant de réaliser cette distance sont mis en œuvre de façon sûre par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).
3. Si la fréquence d'utilisation est différente de la fréquence industrielle conformément à la norme y relative homologuée par le Roi, les distances adaptées conformément aux règles de l'art seront d'application.

a.4. Mise en œuvre des moyens complémentaires

En très basse tension et en basse tension, les dispositifs sont conçus et installés de manière à ne pas pouvoir être refermés intempestivement sous l'effet de chocs prévisibles.

En outre, des mesures sont prises pour empêcher toute remise sous tension intempestive du matériel tant que des personnes y travaillent; ces mesures sont réalisées par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) et peuvent être:

- le verrouillage par serrure ou par cadenas;
- le placement de pancartes;
- le placement dans un local fermant à clé;
- la mise en court-circuit et à la terre des parties actives.

D'autres mesures sont également prises, si nécessaire, pour:

- assurer la décharge de toute énergie capacitive;
- éviter le retour de tension lorsque l'installation est alimentée par plusieurs sources.

Cette dernière condition est satisfaite, dans le cas de sources autonomes ne faisant pas partie d'un réseau de distribution et pouvant travailler en parallèle avec ce réseau pour autant que celles-ci, sans préjudice de *6.4.1. et de 6.4.6.2.*, répondent aux exigences suivantes:

- il y a lieu de prévoir une coupure de sécurité verrouillable, accessible au gestionnaire du réseau de distribution. Le mécanisme doit fonctionner sur base d'une protection de découplage qui commande le découplage en cas de variation anormale de la tension et/ou de la fréquence.
- pour des sources autonomes d'une puissance maximale AC inférieure ou égale à 30 kVA, on peut prévoir comme solution alternative un système automatique de sectionnement qui répond aux conditions suivantes:
  1. être constitué de deux éléments placés en série assurant chacun le découplage entre le circuit et le réseau de distribution. Un des éléments garantit la séparation physique au moyen d'un interrupteur-sectionneur omnipolaire automatique; le second élément pouvant être, en dérogation du premier alinéa de *a.3.*, un système de sectionnement électronique;
  2. assurer une coupure galvanique intervenant en moins de 5 secondes lorsque l'alimentation du réseau est déconnectée ou disparaît.

b. Sectionnement en haute tension

b.1. Généralités

Des dispositifs sont prévus pour permettre le sectionnement de tout ou partie de l'installation électrique en vue de l'entretien, de la vérification et de la localisation des défauts et des réparations.

b.2. Sectionnement en amont et en aval des transformateurs haute tension

Les raccordements à tout transformateur haute tension sont pourvus tant en amont qu'en aval, des dispositifs de sectionnement conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Cette prescription ne s'applique pas:

- au transformateur formant groupe avec une autre machine ou appareil électrique. Dans ce cas, les dispositifs de sectionnement entre le transformateur et la machine ou appareil électrique avec lequel ils forment groupe peuvent être supprimés;
- aux transformateurs des appareils de mesure.

b.3. Choix et caractéristiques du matériel

Les dispositifs à semi-conducteurs ne sont pas utilisés pour assurer le sectionnement.

Le contrôle de la position du sectionneur ou d'un dispositif de sectionnement est réalisé de l'une des manières suivantes:
- le sectionnement est visible;
- la position de chaque contact mobile assurant la distance de sectionnement ou d'isolement entre chaque contact est indiquée par un dispositif indicateur, conforme aux conditions de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou de l'arrêté pris par les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Un des dispositifs suivants est utilisé :
- sectionneur multipolaire ou unipolaire;
- débrochage d'un appareil;
- enlèvement des conducteurs, barres ou barrettes de sectionnement;
- éléments de remplacement des coupe-circuit à fusibles;
- interrupteur-sectionneur;
- disjoncteur-sectionneur.

Si aucun de ces dispositifs n'est utilisé, la distance minimale entre pièces nues sous tension est donnée en mm, par la formule suivante:

$$50 + 6{,}75\ (U_N - 1)$$

où U_N, tension nominale entre phases, est exprimée en kV.

Dans ce cas, les moyens permettant de réaliser cette distance sont mis en œuvre de façon sûre par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

Si la fréquence d'utilisation est différente de la fréquence industrielle conformément à la norme y relative homologuée par le Roi, les distances adaptées conformément aux règles de l'art seront d'application.

b.4. Mise en œuvre des moyens complémentaires

Les dispositifs sont conçus et installés de manière à ne pas pouvoir être refermés intempestivement sous l'effet de chocs prévisibles.

En outre, des mesures sont prises pour empêcher toute remise sous tension intempestive du matériel tant que des personnes y travaillent; ces mesures sont réalisées par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) et peuvent être:
- le verrouillage par serrure ou par cadenas;
- le placement de pancartes;
- le placement dans un local fermant à clé;
- la mise en court-circuit et à la terre des parties actives.

D'autres mesures sont également prises, si nécessaire, pour:
- assurer la décharge de toute énergie capacitive;
- éviter le retour de tension lorsque l'installation est alimentée par plusieurs sources.

c. Coupure pour entretien mécanique

c.1. Généralités

La coupure pour entretien mécanique est destinée à couper l'alimentation des parties de matériel alimentées en énergie électrique, de façon à éviter les accidents autres que ceux dus à des chocs électriques ou à des arcs lors de l'entretien non électrique de ce matériel.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique ou les auxiliaires de commande correspondants sont à commande manuelle et ont une coupure visible de l'extérieur ou une position clairement et sûrement indiquée. L'indication de cette position doit apparaître seulement lorsque la position «ARRÊT» ou «OUVERT» a été atteinte sur chaque pôle. Des positions supplémentaires, par exemple «MARCHE», «ESSAIS», «DÉCLENCHÉ», peuvent être prévues pourvu qu'elles soient clairement repérées.

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont conçus ou installés de façon à empêcher toute refermeture intempestive, par exemple par des chocs ou des vibrations.

Le sectionnement constitue aussi un dispositif valable.

c.2. Choix du matériel en basse tension et en très basse tension

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont de préférence disposés dans le circuit principal d'alimentation. Ils ne coupent pas nécessairement tous les conducteurs actifs d'alimentation. Toutefois, l'interruption du circuit de commande est admise lorsqu'une sécurité supplémentaire fournit une condition équivalente à la coupure de l'alimentation principale ou lorsque les spécifications correspondantes le permettent.

La coupure pour entretien mécanique peut par exemple être réalisée au moyen de:
- interrupteurs multipolaires
- disjoncteurs
- auxiliaires de commande
- prises de courant.

c.3. Choix du matériel en haute tension

Les dispositifs de coupure pour entretien mécanique sont de préférence disposés dans le circuit principal d'alimentation. Ils coupent tous les conducteurs actifs d'alimentation. Toutefois, l'interruption du circuit de commande est admise lorsqu'une sécurité supplémentaire fournit une condition équivalente à la coupure de l'alimentation principale ou lorsque les spécifications correspondantes le permettent.

La coupure pour entretien mécanique peut par exemple être réalisée au moyen de:
- interrupteurs multipolaires;
- disjoncteurs;
- auxiliaires de commande.

d. Coupure électrique d'urgence

d.1 Généralités

Les moyens de coupure électrique d'urgence sont prévus pour toute partie d'installation pour laquelle il peut être nécessaire de couper l'alimentation afin de supprimer un danger. Lorsque ce danger est représenté par un mouvement, le dispositif est appelé «arrêt d'urgence».

Une coupure électrique d'urgence et/ou un dispositif d'arrêt d'urgence peuvent être prévus dans diverses applications et ce, conformément aux règles de l'art existant en la matière.

Ces dispositifs de coupure électrique d'urgence y compris ceux d'arrêt d'urgence sont placés de manière à être facilement reconnaissables et rapidement accessibles.

d.2 Choix et caractéristiques du matériel

Les moyens de coupure électrique d'urgence, y compris les moyens d'arrêt d'urgence, sont capables de couper le courant de pleine charge de la partie correspondante d'installation, y compris les courants de moteurs calés éventuels. Ils peuvent être constitués:
- d'un simple dispositif de coupure coupant directement l'alimentation principale;
- d'une combinaison de plusieurs appareils mis en œuvre par une seule action et produisant la suppression du danger par coupure de l'alimentation de la partie correspondante d'installation; elle peut comprendre le maintien de l'alimentation pour le freinage électrique. Exemples:
  - interrupteurs du circuit principal;
  - boutons poussoirs et analogues dans les circuits de commande.

Les dispositifs à commande manuelle sont de préférence choisis pour la coupure directe du circuit principal.

Les contacteurs, actionnés par commande à distance, s'ouvrent par coupure de l'alimentation des bobines ou par d'autres techniques présentant une sûreté équivalente.

Les moyens de commande (poignées, boutons poussoirs...) des dispositifs doivent être clairement identifiés, si possible par la couleur rouge contrastant avec la couleur du fond.

Les dispositifs de coupure électrique d'urgence sont verrouillables (électriquement ou mécaniquement) dans la position de coupure ou d'arrêt. Des dispositifs non verrouillables sont acceptables lorsque le dispositif et les moyens de démarrage sont tous les deux sous la surveillance d'une seule et même personne. Selon les besoins, cette surveillance est permanente.

Sous-section 5.3.3.2. Mettre à la terre en haute tension

Suivant le cas, toute installation ou partie d'installation à haute tension peut être mise à la terre pour autant que cette mesure ne soit pas de nature à diminuer la sécurité générale de l'installation.

Sous-section 5.3.3.3. Commande fonctionnelle

a. Généralités

Un dispositif de commande est placé en amont de machines, appareils ou canalisations électriques dont on peut être appelé à établir ou à interrompre l'alimentation indépendamment des autres parties de l'installation.

b. Choix du dispositif de commande

Les dispositifs ci-après peuvent être utilisés s'ils sont conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à dispositions assurant au moins un niveau équivalent à celui défini dans ces normes:

- prises de courant d'une intensité maximale de 16 A pour une tension de service égale ou inférieure à 500 V en courant alternatif et 250 V en courant continu;
- interrupteurs;
- disjoncteurs;
- contacteurs;
- auxiliaires de commandes;
- dispositifs électroniques.

c. Coupure des conducteurs

c.1. En basse tension et en très basse tension

Si des dangers ne peuvent en résulter, il est permis de ne pas couper tous les conducteurs actifs.

Sauf pour l'exécution des mesures, un dispositif de commande unipolaire n'est pas placé sur le conducteur neutre.

Les dispositifs de commande assurant la permutation de sources d'alimentation intéressent tous les conducteurs actifs et ne mettent pas intempestivement en parallèle les sources.

Toutefois, dans les installations TN, le conducteur neutre peut ne pas être coupé si les neutres des deux sources sont reliés à la même prise de terre.

c.2. En haute tension

Les dispositifs de commande assurant la permutation de sources d'alimentation agissent sur tous les conducteurs actifs et ne mettent pas intempestivement en parallèle les sources.

d. Emplacement

En particulier, tout appareil d'utilisation ou machine électrique est manœuvré par un dispositif de commande.

Ce dispositif est nécessaire même lorsque le fonctionnement de la machine ou de l'appareil d'utilisation électrique est dépendant d'un relais, d'un thermostat ou de tout autre organe analogue.

Toutefois, il est admis:

- qu'un même dispositif commande plusieurs machines ou appareils électriques dont le fonctionnement est simultané;
- qu'un dispositif de commande sur le circuit d'alimentation d'une machine ou d'un appareil électrique ne soit pas prévu si cette machine ou cet appareil comportent eux-mêmes un interrupteur général.

e. Dispositifs de commande

En plus des dispositions prévues ci-avant, les moteurs sont munis, d'après les règles de l'art, des dispositifs appropriés de commande si leur démarrage sans ces dispositifs perturbe anormalement le fonctionnement des autres utilisations.

Sauf pour des raisons prépondérantes de sécurité, les dispositifs de commande des moteurs sont tels qu'après un arrêt, soit empêchée la réalimentation automatique des moteurs dont le redémarrage est alors susceptible de provoquer un danger pour les personnes.

f. Circuits de commande

Les circuits de commande sont conçus et réalisés de manière à ne pas compromettre la sécurité des personnes et la protection efficace du matériel contre les conséquences d'un défaut d'appareillage.

Ils sont notamment conçus et disposés de manière à limiter les risques résultant d'un contact accidentel d'un ou plusieurs points de circuit de commande à la masse (ou à la terre) susceptible de provoquer une mise en marche intempestive ou d'empêcher l'arrêt de la machine ou de l'appareil électrique commandés.

Sous-section 5.3.3.4. Fonctions simultanées

Les fonctions de coupure de sécurité et de commande fonctionnelle peuvent être réunies en tout ou en partie dans un même dispositif pour autant que toutes les conditions prévues pour chaque fonction soient respectées.

Sous-section 5.3.3.5. Prescriptions applicables aux prises de courant en basse tension et en très basse tension

Les prises de courant dont le courant nominal est égal ou supérieur à 16 A, et la tension nominale du circuit supérieure à 500 V en courant alternatif et 50 V en courant continu, ou dont le courant nominal est égal ou supérieur à 32 A doivent, soit:
- présenter un pouvoir de coupure et une durée de vie conforme soit à la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions assurant au moins un niveau équivalent de sécurité à celui défini dans cette norme;
- être munies d'un dispositif de verrouillage mécanique ou électrique empêchant l'introduction ou l'extraction de la fiche sous tension.

Cette prescription ne s'applique pas aux prises et fiches de synchronisation de voltmètres ou d'appareils de mesure.

Le degré de protection des socles de prises de courant est d'au moins IPXX-B.

Sous-section 5.3.3.6. Dispositifs à refermeture automatique pour disjoncteurs et dispositifs de protection à courant différentiel (En basse tension et en très basse tension)

a. Généralités

Les dispositifs à refermeture automatique sont prévus pour refermer des dispositifs de protection (disjoncteur et dispositif de protection à courant différentiel) après un déclenchement par un défaut, afin de rétablir la continuité de service.

Les dispositifs à refermeture automatique sont conformes:
- soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.;
- soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne;
- soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Ils sont installés et utilisés conformément aux prescriptions du fabricant, avec des dispositifs de protection adéquats.

Le dispositif à refermeture automatique doit répondre aux exigences particulières suivantes:
- le dispositif à refermeture automatique peut être uniquement couplé à un dispositif de protection à courant différentiel;
- le dispositif à refermeture automatique doit pouvoir être neutralisé en cas de travaux sur l'installation électrique ou en cas de fonctionnement manuel du dispositif de protection (mode activation/désactivation et verrouillage mécanique);
- le dispositif à refermeture automatique doit être équipé d'une signalisation de son état (fonctionnement et défaut);
- seul un dispositif à refermeture automatique avec évaluation avant réenclenchement est autorisé;
- le dispositif à refermeture automatique ne peut pas s'enclencher lorsque le dispositif de protection a été déclenché manuellement;
- maximum trois tentatives consécutives de refermeture automatique durant le temps de remise à zéro du dispositif à refermeture automatique dans les conditions de défaut sont autorisées;
- le dispositif à refermeture automatique ne peut pas posséder de paramètres modifiables par l'utilisateur.

b. Prescriptions particulières

Pour les lieux où la présence de personnes n'est pas habituelle (locaux techniques pour équipements de télécommunication ou d'informations routières, locaux serveurs, passage à niveau automatique …) et en dérogation aux exigences particulières du 4ème alinéa du *point a.* de la *sous-section 5.3.3.6.*, il est autorisé:

- d'installer un dispositif à refermeture automatique couplé à un disjoncteur adéquat; et/ou
- d'installer un dispositif à refermeture automatique dont les paramètres peuvent être modifiés par l'utilisateur.

Pour les installations dans des lieux à danger d'incendie accru, l'utilisation du dispositif à refermeture automatique des dispositifs de protection (disjoncteur et dispositif de protection à courant différentiel), suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas pour le dispositif à refermeture automatique couplé à un disjoncteur:
- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22 d'un lieu BE3; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique du dispositif de protection tient compte de la température de sécurité du matériel électrique.

c. Repérages

La présence d'un dispositif à refermeture automatique dans un tableau de répartition et de manœuvre doit être indiquée par une étiquette à placer près du dispositif à refermeture automatique. Elle mentionne : *"Avertissement: avant tout accès aux parties actives, désactiver la fonction de refermeture automatique et déclencher le dispositif de protection associé."*

Les circuits concernés doivent être clairement repérés.

Le plan schématique doit mentionner la présence de dispositifs à refermeture automatique.

Sous-section 5.3.3.7. Dispositifs à refermeture automatique pour des appareils de protection contre les surintensités (En haute tension)

a. Généralités

Les dispositifs à refermeture automatique sont prévus pour refermer des appareils de protection contre les surintensités après un déclenchement par un défaut, afin de rétablir la continuité de service.

Les dispositifs à refermeture automatique sont conformes:
- soit aux dispositions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.;
- soit aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions, et ce chacun en ce qui le concerne;
- soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Ils sont installés et utilisés conformément aux prescriptions du fabricant, avec des appareils de protection adéquats contre les surintensités.

b. Prescriptions particulières

Pour les installations dans des lieux à danger d'incendie accru, l'utilisation du dispositif à refermeture automatique des appareils de protection contre les surintensités, suite à un défaut de l'installation, est interdite. Cette disposition ne s'applique pas:
- pour les circuits électriques installés à l'intérieur d'une zone 22 d'un lieu BE3; ou
- si le retardement nécessaire avant la refermeture automatique de l'appareil de protection contre les surintensités tient compte de la température de sécurité du matériel électrique.

c. Repérages

La présence d'un dispositif à refermeture automatique dans un ensemble de répartition et de manœuvre doit être indiquée par une étiquette à placer près du dispositif à refermeture automatique. Elle mentionne : *"Avertissement: avant tout accès aux parties actives, désactiver la fonction de refermeture automatique et déclencher le dispositif de protection associé."*

Les circuits concernés doivent être clairement repérés.

Le plan schématique doit mentionner la présence de dispositifs à refermeture automatique.

Section 5.3.4. Appareils d'utilisation alimentés en basse tension et en très basse tension

Sous-section 5.3.4.1. Appareils d'éclairage

a. Appareils d'éclairage intérieurs

Les appareils d'éclairage intérieurs ne peuvent pas être alimentés à une tension supérieure à 250 V.

b. Appareils d'éclairage extérieurs

Les pièces servant à l'introduction des conducteurs dans les appareils d'éclairage extérieurs sont conditionnées et disposées de manière à ne pas endommager la gaine isolante des conducteurs et à empêcher l'humidité d'atteindre les douilles.

c. Fixation des appareils

Les appareils d'éclairage sont fixés de façon que des rotations renouvelées dans le même sens (par exemple au cours de nettoyage), ne puissent entraîner la chute des appareils ni endommager l'isolant des conducteurs.

d. Appareils suspendus

Sauf pour les exceptions citées dans cette sous-section, lorsque les appareils sont suspendus, leur fixation est, en outre, réalisée de telle manière que:
- la suspension ne soit pas assurée par l'intermédiaire des conducteurs d'alimentation;
- une pièce isolante sépare les parties métalliques de l'appareil de son support si l'appareil n'est pas de la classe I.

Toutefois, les conducteurs peuvent en même temps servir de fils de suspension si les connexions aux lampes, aux lanternes ou aux rosaces de plafond ne sont soumises à aucun effort de traction et que la masse de l'appareil suspendu n'excède pas 5 kg. En outre, la traction dans l'âme du conducteur ne dépasse pas 15 N/mm^2. L'utilisation d'un nœud de la canalisation électrique d'alimentation est interdite comme moyen d'arrêt de traction.

Les appareils d'éclairage suspendus sont disposés de telle manière que les conducteurs ne puissent être détériorés ni par la rotation ni par aucun autre déplacement de ces appareils.

e. Appareils d'éclairage avec douilles

e.1. Choix des douilles

Les douilles sont choisies en tenant compte du courant ainsi que de la puissance absorbée par les lampes dont l'usage est prévu.

Les douilles à vis, qui présentent des parties actives accessibles ou qui permettent le contact direct avec les culots des lampes lorsque celles-ci sont en place, ne peuvent être utilisées dans des appareils ouverts que si ceux-ci sont hors de portée de la main de l'utilisateur. Dans tous les autres cas, elles sont employées dans des appareils d'éclairage ne pouvant être ouverts sans l'aide d'un outil.

e.2. Canalisation électrique

Il est interdit de fixer des canalisations électriques aux appareils d'éclairage en utilisant des attaches métalliques susceptibles de blesser leur isolement. Des pièces de protection spéciales en matière isolante sont disposées aux endroits où l'isolement des canalisations électriques pourrait être blessé.

Les canaux pratiqués dans les appareils d'éclairage, pour le tirage des canalisations électriques, sont conditionnés de telle sorte que celui-ci puisse s'y effectuer aisément et sans que la gaine isolante des canalisations électriques ne soit blessée.

e.3. Dérivations

Les dérivations à l'intérieur des appareils d'éclairage sont autant que possible groupées en un même point.

e.4. Socles

Toutes les pièces sous tension des appareils d'éclairage sont montées sur des socles en matière isolante, incombustible et non hygroscopique.

f. Lampes baladeuses

Etant donné leur application dans des circonstances les plus diverses au point de vue des influences externes, la tension d'alimentation aux bornes de la prise de courant de la lampe baladeuse est limitée aux valeurs maximales suivantes:

- en basse tension à 250 V pour l'association des influences externes:
  BB1/BC1 ou BC2;
- en très basse tension de sécurité à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB1/BC3 ou BC4; BB2/BC1 ou BC2 ou BC3; BB3/BC1 ou BC2;
- en très basse tension de sécurité à 12 V en courant alternatif, 18 V en courant continu non lisse ou 30 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB2/BC4; BB3/BC3
- en très basse tension de sécurité à 6 V en courant alternatif, 12 V en courant continu non lisse ou 18 V en courant continu lisse pour l'association des influences externes:
  BB3/BC4.

Les lampes baladeuses alimentées en basse tension sont de classe I ou II.

g. Appareils d'éclairage extérieurs

Les appareils d'éclairage extérieurs, dans les conditions d'influences externes AD2 jusqu'à AD4, ne peuvent pas être de la classe 0 ou de la classe 01.

h. Les appareils d'illumination temporaires

En dérogation aux prescriptions du 1er alinéa de la *section 5.1.4.*, il est permis d'utiliser pour des illuminations temporaires des appareils d'illumination composés de lampes avec douille dont le degré de protection contre la pénétration de l'eau est de IPX0.

Lorsqu'ils sont installés dans le volume d'accessibilité au toucher, ces appareils d'illumination doivent:

- être alimentés par la très basse tension de sécurité ou
- être protégés par un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel avec un courant de fonctionnement de 30 mA maximum.

En dérogation aux prescriptions du 1er alinéa de *5.2.1.1.d.1.* et du 1er alinéa de *5.2.10.4.l.*, il est permis d'utiliser des câbles à perforation à basse tension et à très basse tension ayant une isolation renforcée, comme la canalisation électrique sous gaine du type A05VVH2-F, à condition que toutes les perforations soient obturées suivant les règles de l'art.

Sous-section 5.3.4.2. Appareils de chauffage

Les appareils de chauffage installés à poste fixe sont installés de façon que le flux de chaleur qu'ils fournissent s'écoule comme prévu par construction.

Les appareils de chauffage comportant des éléments incandescents non enfermés ne sont pas installés dans les locaux (ou emplacements) présentant des risques d'explosion (BE3). Ces mêmes appareils ne sont admis ailleurs que si toutes mesures utiles sont prises pour éviter que des objets inflammables ne viennent en contact avec les éléments portés à l'incandescence.

Les appareils de chauffage qui sont appelés par leur destination à être en contact avec des matières combustibles ou liquides inflammables (BE2), tels les étuves et séchoirs, sont, ou bien munis d'un limiteur de température interrompant ou réduisant le chauffage avant qu'une température dangereuse ne soit atteinte, ou bien construits de façon à ne pas constituer une cause de danger pour les personnes ou de dommage pour les objets avoisinants en cas d'échauffement exagéré des matières combustibles ou liquides inflammables qu'ils contiennent.

Dans les installations de chauffage central à air pulsé, les corps de chauffe ne sont mis sous tension qu'après mise en service des ventilateurs correspondants et sont mis hors service quand les ventilateurs sont arrêtés, sauf s'ils sont constructivement prévus pour ne pas atteindre d'échauffements dangereux en l'absence de ventilation. De plus, le contrôle est effectué par deux limiteurs de température indépendants l'un de l'autre ou un contrôleur de débit d'air et un limiteur de température, également indépendants l'un de l'autre, qui empêchent tout dépassement de la température admissible dans les conduits d'air.

Sous-section 5.3.4.3. Dispositifs enrouleurs

a. Dispositifs enrouleurs de certains cordons prolongateurs

Le tambour des dispositifs enrouleurs de cordons prolongateurs d'une intensité nominale inférieure ou égale à 16 A, a un diamètre d'au moins 12,5 fois le diamètre du câble.

b. Autres dispositifs enrouleurs

Les tambours sur lesquels des câbles électriques autres que ceux décrits au *point a.* ci-avant s'enroulent ont un diamètre d'au moins 30 fois le diamètre des câbles; la gorge des galets est proportionnée au diamètre des câbles en vue d'éviter tout coincement.

Sous-section 5.3.4.4. Prolongateurs

Les cordons prolongateurs avec une prise mobile simple ou un bloc mobile de prises multiples, avec ou sans enrouleur, sont construits et utilisés conformément aux prescriptions des arrêtés ministériels les concernant, pris en exécution, suivant la date de mise sur le marché, soit de l'arrêté royal du 23 mars 1977 soit de l'arrêté royal du 21 avril 2016 concernant la mise sur le marché du matériel électrique.

Sous-section 5.3.4.5. Outils portatifs à moteur

Les outils portatifs à moteur sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes; les conditions d'utilisation des outils portatifs à main à moteur électrique, sont limitées dans certains cas de conditions d'influence externes.

Section 5.3.5. Matériel d'installation en basse tension et en très basse tension

Sous-section 5.3.5.1. Tableaux de répartition et de manoeuvre

a. Généralités

Les installations de couplage et les appareils de protection (coupe-circuit, disjoncteurs...) sont groupés et montés sur des panneaux supports dans un ou plusieurs tableaux de répartition et de manœuvre.

Dans les installations des lieux ordinaires accessibles au public, les tableaux de répartition et de manœuvre sont conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Les tableaux de répartition et de manœuvre sont en matière incombustible, non hygroscopique et offrent une résistance mécanique suffisante.

Les tableaux de répartition et de manœuvre qui ne sont pas fermés sur la surface de montage ne peuvent pas être montés directement sur des surfaces hygroscopiques ou facilement combustibles.

b. Coupure

Les tableaux de répartition et de manœuvre doivent être prévus de dispositifs pour garantir d'une manière sûre la coupure de ces tableaux. Les dispositifs de coupure sont prévus soit dans les tableaux de répartition et de manœuvre soit en amont des tableaux de répartition et de manoeuvre. Les prescriptions de la sous-*section 5.3.3.1.* (coupure de sécurité) sont d'application.

c. Emplacement

Les tableaux de répartition et de manœuvre sont installés de manière à rendre aisés leur manœuvre, leur surveillance et leur entretien ainsi que l'accès au matériel électrique dans ces tableaux.

Sous-section 5.3.5.2. Prises de courant

Les prises fixes à encastrer sont logées, soit dans des boîtes métalliques avec ou sans isolant intérieur, suivant le type de canalisation électrique utilisé, soit dans des boîtes en matière isolante.

Les socles de prises de courant fixés sur les parois des locaux ne présentant pas de risque d'humidité (AD1) sont disposés de telle manière que l'axe de leurs alvéoles se trouve à une hauteur au-dessus du sol fini au moins égale à 0,15 m si les socles de prises de courant ne sont pas installés dans des planchers ou des plinthes.

Dans tous les autres cas d'influence externe (AD2 à AD8), l'axe des alvéoles des socles de prises de courant se trouve à une hauteur d'au moins 0,25 m au-dessus du sol fini.

Lorsque les socles de prises de courant sont installés dans des planchers ou dans des plinthes, il est fait usage de modèles spécialement prévus à cet effet, conformes soit aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes, et ce, en fonction des influences externes.

Sous-section 5.3.5.3. Dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

a. Choix de dispositifs

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont choisis et installés conformément aux dispositions du présent Livre. Ils présentent une résistance aux courts-circuits correspondant à la puissance de court-circuit à l'endroit de leur installation.

b. Mise en œuvre

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel sont montés dans un endroit où leur fonctionnement sûr et efficace ne puisse être perturbé soit par des vibrations mécaniques, soit par des champs magnétiques extérieurs, soit par toute autre influence.

Ils sont installés dans des lieux secs ou sont protégés efficacement contre l'humidité.

Si le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel est incorporé à un tableau de répartition et de manoeuvre, les dispositions sont prises pour que le bouton d'essai soit facilement accessible sans moyens spéciaux et sans danger de contact accidentel avec des pièces sous tension.

c. Coupure des conducteurs

Le dispositif de protection à courant différentiel-résiduel assure la coupure de tous les conducteurs actifs du circuit.

Le circuit magnétique du transformateur du dispositif de protection enserre tous les conducteurs actifs du circuit, neutre compris. Par contre, le conducteur de protection correspondant doit passer à l'extérieur du circuit magnétique.

Il est donc interdit de placer deux dispositifs de protection bipolaires pour assurer la protection d'un appareil ou circuit à quatre conducteurs ou de protéger un tel circuit dont le neutre est raccordé à la terre par un dispositif de protection tripolaire.

Par contre, il n'est pas interdit d'employer un dispositif de protection comportant un ou deux pôles non raccordés: un dispositif de protection tripolaire ou tétrapolaire peut protéger un circuit à deux ou trois conducteurs.

Un même dispositif de protection tétrapolaire à courant différentiel-résiduel alimenté en monophasé peut protéger plusieurs circuits distincts à condition que chaque circuit soit sectionnable, de façon multipolaire, en aval du dispositif à courant différentiel-résiduel et indépendamment de celui-ci.

d. Courants de fuite normaux

Les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel doivent être choisis et la charge doit être répartie sur les circuits électriques de telle manière que tout courant de fuite à la terre susceptible de circuler pendant le fonctionnement normal des appareils ne puisse provoquer la coupure intempestive des dispositifs.

e. Condensateurs d'antiparasitage

Certains montages de condensateurs d'antiparasitage peuvent désensibiliser les dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel, notamment lorsqu'ils sont branchés entre phase et terre.

Les appareils doivent donc être conçus de manière telle que les dispositifs d'antiparasitage ne restent par branchés sur les conducteurs actifs du réseau d'alimentation lorsque les appareils ne sont pas en fonctionnement.

f. Le danger des composantes continues

Lorsque du matériel électrique susceptible d'être le siège d'un courant dissymétrique engendrant des composantes continues est installé en aval d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, des précautions sont prises pour qu'en cas de défaut à la terre, les composantes continues ne perturbent pas le fonctionnement des dispositifs de protection au point de compromettre la sécurité. Il en est ainsi pour certains matériels électriques comportant des dispositifs à semi-conducteurs (diodes, thyristors...).

Pour éviter de telles perturbations, l'une des dispositions suivantes peut être prise:

- le matériel électrique choisi ne produit pas de courant continu susceptible de perturber le fonctionnement d'un dispositif de protection; il en est ainsi pour les dispositifs à commande par train d'alternances ou par contrôle de phase symétrique;
- le matériel électrique produisant ou utilisant le courant continu est réalisé suivant les règles applicables à la classe II;
- le matériel électrique produisant le courant continu est alimenté par un transformateur de séparation des circuits;
- le dispositif de protection est construit de telle manière que son fonctionnement ne soit pas affecté par des courants continus;
- le matériel électrique produisant du courant continu est équipé ou protégé par un dispositif qui le met hors service lors de l'apparition d'un défaut comportant une composante continue.

g. Masses et conducteur de protection

Toutes les masses de partie d'installation protégée par des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel quelle que soit leur sensibilité sont reliées à une prise de terre.
Les masses protégées par un même dispositif de protection sont reliées à la même prise de terre.
Le conducteur neutre n'est pas relié à la terre en aval du dispositif de protection.

h. Dispositif à sécurité positive

Un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel avec source auxiliaire est dit «à sécurité positive» lorsqu'une défaillance de la source auxiliaire provoque automatiquement l'ouverture du dispositif de protection.

i. Emploi de la haute ou très haute sensibilité

L'emploi de dispositif de protection à courant différentiel-résiduel à haute ou très haute sensibilité est recommandé dans les cas suivants:

- pour assurer une protection complémentaire contre les chocs électriques par contacts directs;
- pour pallier le risque provoqué par l'interruption du conducteur de protection reliant les masses du matériel électrique à la terre; ce risque éventuel concerne notamment le matériel alimenté par des canalisations électriques mobiles où l'usure ou la fatigue des canalisations électriques souples peut provoquer la rupture du conducteur de protection sans que cette rupture puisse être décelée;
- lorsque les conditions d'utilisation du matériel électrique sont sévères.

En raison de la faible valeur du courant différentiel-résiduel de fonctionnement des dispositifs de protection, les précautions adéquates sont prises pour éviter des déclenchements intempestifs provoqués par des courants de fuite et non des courants de défaut.

j. Interdictions

Il est interdit de compromettre la sécurité qu'offre un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel, notamment en pontant ce dispositif par une liaison entre ses bornes d'entrée et ses bornes de sortie.

k. Essai du dispositif de protection

Lorsque de façon périodique, par exemple mensuellement, le dispositif de protection doit être essayé selon les instructions du constructeur, la vérification doit assurer que la coupure d'alimentation du courant est effectuée.

Sous-section 5.3.5.4. Interrupteurs et autres appareils de manœuvre

a. Généralités

Les interrupteurs et autres appareils de manœuvre sont conformes soit à la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Ils sont prévus pour la catégorie d'emploi définie par la norme correspondant à leur destination.

Ils sont:

- soit pourvus d'une enveloppe par construction;
- soit placés dans un tableau de répartition et de manoeuvre assurant un degré de protection compatible avec les conditions d'utilisation.

S'ils assurent une fonction de sectionnement, ils répondent aux prescriptions particulières soit de la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN soit à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

b. Coupure

Les interrupteurs ayant la fonction de sectionnement assurent la coupure simultanée de tous les conducteurs de phase.

Lorsqu'un dispositif de coupure bipolaire ayant la fonction de sectionnement est prévu en amont dans le circuit élémentaire, il est permis d'utiliser des dispositifs de commande monopolaires en aval de ce dispositif de coupure.

Si le gestionnaire du réseau de distribution place un dispositif de commande en amont ou en aval d'un dispositif de coupure bipolaire permettant d'effectuer la coupure entre l'installation et le réseau, ce dispositif de commande peut être monopolaire pour autant qu'une indication soit visible sur celui-ci.

c. Encastrement

Les interrupteurs à encastrer dans les parois sont logés, soit dans des boîtes métalliques avec ou sans isolant intérieur, suivant le type de canalisation électrique utilisé, soit dans des boîtes en matière isolante qui répondent aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 4.3.3.5.*

Sous-section 5.3.5.5. Coupe-circuit à fusible et disjoncteurs

a. Conditions de fonctionnement des petits disjoncteurs

Les petits disjoncteurs, dont le maniement est confié à des personnes BA1, BA2 ou BA3, sont d'un modèle tel que leurs conditions de fonctionnement ne puissent pas être modifiées par ces personnes sans qu'il en résulte de traces visibles, telle la violation d'un plombage.

b. Socles de coupe-circuit

Les socles de coupe-circuit du type D sont connectés de façon que le contact central se trouve du côté de l'origine de l'installation.

Les socles de coupe-circuit utilisant des broches sont disposés ou construits de manière à exclure la possibilité d'établir des contacts entre pièces conductrices appartenant à deux socles voisins au moyen des fusibles ou petits disjoncteurs à broches.

c. Fonctionnement des coupe-circuit

Les coupe-circuit sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou à des dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

d. Pouvoir de coupure

Les fusibles et disjoncteurs ont le pouvoir de coupure correspondant à la puissance de court-circuit présumée à l'endroit de leur installation, la puissance minimale de court-circuit étant fixée par arrêté, par les Ministres ayant l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.
Les dispositifs de protection de branchement des installations domestiques ont un pouvoir de fermeture et de coupure minimal de 6000 A.

e. Chambre de fusion ouverte

Les types de coupe-circuit dont le conducteur fusible n'est pas placé dans une chambre de fusion entièrement close sont interdits.

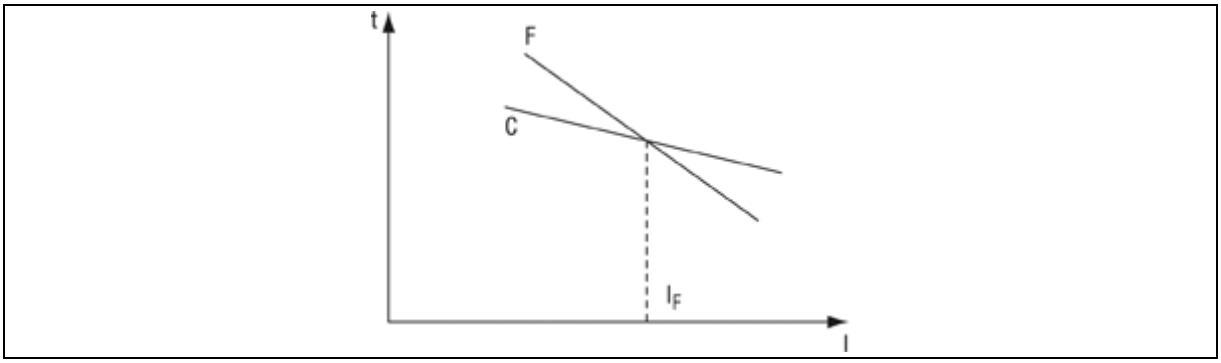
f. Coupe-circuit et disjoncteur incorporés dans des appareils

Les microfusibles et disjoncteurs ne sont autorisés que pour la protection individuelle d'appareils à condition d'être incorporés à ces appareils.

g. Choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits

- Cas des fusibles
  Le courant de court-circuit minimal est en général celui correspondant à un court-circuit franc se produisant au point le plus éloigné de la canalisation électrique protégée.
  Le courant de court-circuit I_{cc} ne doit pas être inférieur à I_F.

Figure 5.43. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de fusibles

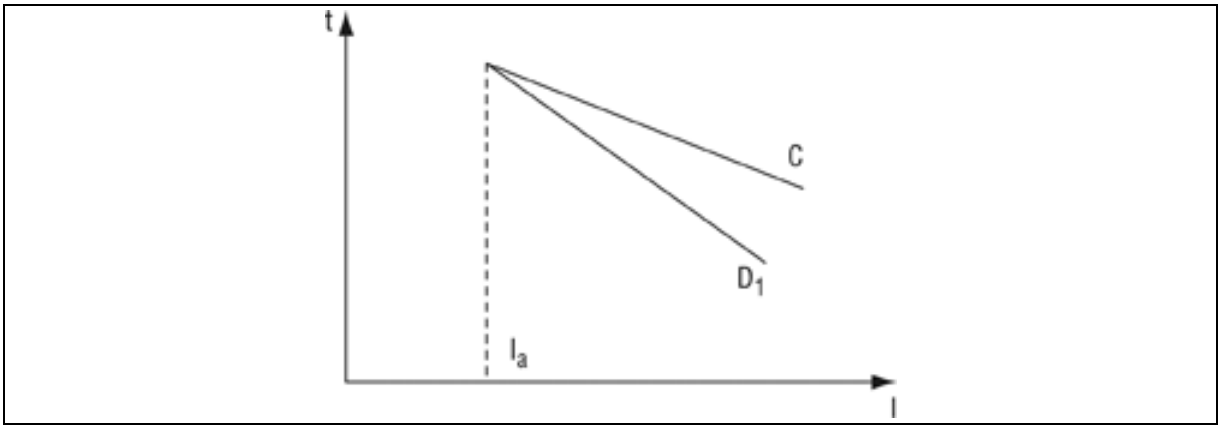


$I_{cc} \geq I_F$

C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans la canalisation électrique protégée
F: courbe de fusion du fusible (limite supérieure de la zone de fonctionnement)

– Cas des disjoncteurs
Pour les disjoncteurs, deux conditions sont à remplir:
- le courant de court-circuit minimal doit être au moins égal à I_a;
- le courant de court-circuit présumé au point d'installation du disjoncteur doit être inférieur à I_b.

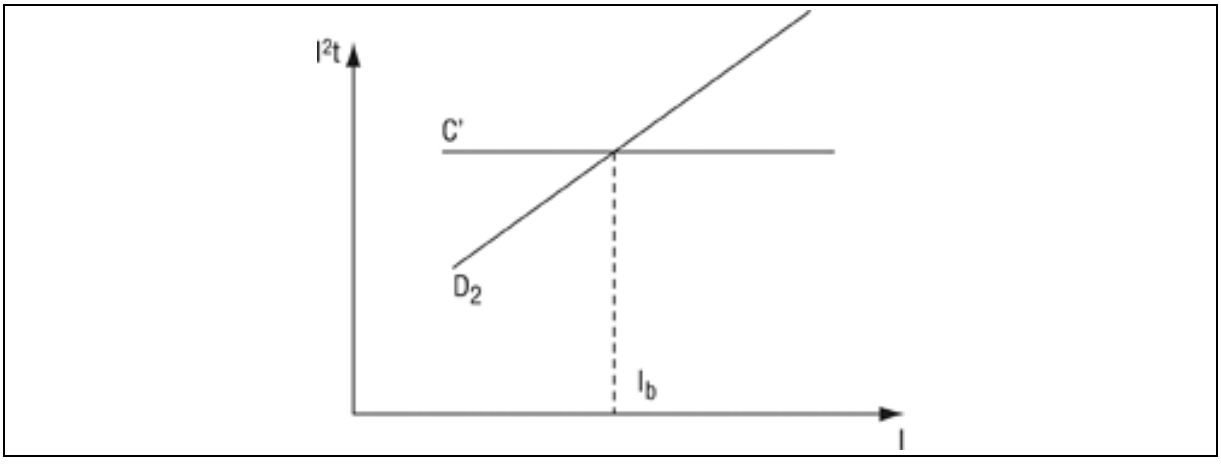
Figure 5.44. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit minimal)



$I_{cc} \geq I_a$

C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans les conducteurs protégés
D_1: courbe de fonctionnement du disjoncteur

Figure 5.45. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit présumé)



$I_{cc} \leq I_b$

C': Courbe admissible $I^2 \cdot t$ des conducteurs
D_2: Caractéristique $I^2 \cdot t$ du disjoncteur

Lorsque la caractéristique de fonctionnement (F ou D_1) du dispositif de protection se trouve en dessous de la courbe C des conducteurs pour les temps inférieurs à 5 secondes, le courant I_a est pris égal au courant de fonctionnement du dispositif de protection en 5 secondes.

Pour les courants de court-circuit dont la durée est supérieure à plusieurs périodes, la caractéristique $I^2 \cdot t$ du dispositif de protection peut être calculée en multipliant le carré de la valeur efficace de l'intensité de la caractéristique de fonctionnement I du dispositif de protection par le temps de fonctionnement t. Pour les courants de court-circuit de plus courte durée, il y a lieu de se référer aux caractéristiques $I^2 \cdot t$ fournies par le constructeur.

Dans les installations IT, les dispositifs de protection doivent posséder le pouvoir de coupure unipolaire approprié pour la tension entre phases.

Le courant de court-circuit minimal sera déterminé selon une méthode de calcul définie par les règles de l'art ou par application de la formule suivante:

$$I = \frac{0{,}8 \cdot U}{\rho \cdot \frac{L}{S}}$$

U: étant la tension, en V, en service normal à l'endroit où est installé le dispositif de protection:
- entre phase et neutre si le circuit comporte un conducteur neutre distribué;
- entre phases si le circuit ne comporte pas de conducteur neutre distribué.

L: étant la longueur développée, en m, des conducteurs de la canalisation électrique.

ρ: étant la résistivité du métal constituant l'âme du conducteur.
La résistance des conducteurs du circuit est considérée pour la température moyenne pendant la durée du court-circuit, soit 1,5 fois la résistance à 20 °C.
Il peut être tenu compte de l'influence des réactances des conducteurs de forte section en augmentant la résistance de 15 % pour la section de 150 mm², de 20 % pour la section de 185 mm² et de 25 % pour la section de 240 mm².

S: étant la section des conducteurs en mm².

h. Protection de conducteurs en parallèle

Lorsqu'un même dispositif de protection protège contre les courts-circuits plusieurs conducteurs en parallèle, ses caractéristiques de fonctionnement doivent être déterminées en tenant compte:
- du courant de court-circuit minimal susceptible de se produire;
- des contraintes thermiques maximales auxquelles les conducteurs peuvent être soumis.

i. Dispositif de protection de branchement

Le dispositif de protection de branchement des installations domestiques et non-domestiques (coupe-circuit à fusible ou disjoncteur) assure la protection contre les surcharges de la partie amont et aval du branchement jusqu'aux dispositifs de protection contre les surintensités situés de part et d'autre; ou outre, il assure la protection contre les surintensités de la partie aval et ce, jusqu'au dispositif de protection contre les surintensités qui le suit.

Section 5.3.6. Ensemble d'appareillage en basse tension

Sous-section 5.3.6.1. Prescriptions générales

Les ensembles d'appareillage à basse tension et les systèmes d'ensemble sont conformes aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN ou répondent à des dispositions assurant un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans celles-ci.

Sous-section 5.3.6.2. Dispositifs de commande et de répartition

a. Généralités

Lorsque les canalisations électriques de l'installation d'utilisation sont constituées de conduits non isolants, elles sont disposées de façon à éviter tout contact entre les conduits et avec d'autres éléments conducteurs.

Les extrémités des conduits non isolants se trouvent à au moins 30 mm de toute partie active, telle que borne.

En outre, le matériel de branchement est monté de telle manière qu'aucune partie active ne se trouve à moins de 30 mm d'une paroi ou support métallique extérieur, à moins d'interposer un écran isolant.

b. Branchement des installations domestiques

Lors de la mise en œuvre, il y a lieu d'assurer une séparation efficace entre, d'une part les conduits non isolants du branchement sur le réseau de distribution et, d'autre part, les conduits non isolants de l'installation et les éléments conducteurs de la construction (tels qu'armatures du béton, ferrures, huisseries métalliques...). Cette séparation peut être obtenue par l'une des dispositions suivantes:
- maintien d'une distance dans l'air au moins égale à 6 mm entre ces éléments;
- mise en place de manchons, gaines ou écrans en matière isolante.

Section 5.3.7. Circuits de mesure

Sous-section 5.3.7.1. Généralités

Le matériel de mesure respecte soit les prescriptions des normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN soit les dispositions qui assurent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans ces normes.

Sauf application particulière, les transformateurs de mesure sont du type monophasé, ils ont pour rôle d'alimenter:
- des appareils de mesure (compteurs);
- des appareils de protection (relais, dispositifs de déverrouillage).

Les transformateurs de mesure ont une puissance nominale et appartiennent à une classe qui est suffisamment performante pour les appareils qui y sont reliés.

Sous-section 5.3.7.2. Mise à la terre des circuits de mesure à haute tension

Un point de chaque enroulement secondaire des transformateurs de mesure à haute tension est relié à l'installation de mise à la terre à haute tension. Par dérogation aux dispositions de la *sous-section 4.4.6.1.*, les dispositifs de protection contre les surcharges du côté primaire des transformateurs de mesure à haute tension et de leurs canalisations électriques d'alimentation peuvent être omis.

Sous-section 5.3.7.3. Circuits de mesure de tension à haute tension

Par dérogation aux dispositions de la *section 4.4.3.*, la protection contre les courts-circuits des transformateurs de tension à haute tension peut être assurée par des dispositifs de protection faisant partie des postes de distribution ou de transformation auxquels ils appartiennent.

Pour les transformateurs de tension à haute tension de la 2ème catégorie, les dispositifs de protection susvisés peuvent être installés à un endroit quelconque dans les circuits d'alimentation des postes de distribution ou de transformation auxquels ils appartiennent.

Les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension peuvent ne pas être protégés contre les surcharges par des dispositifs de protection lorsque:
1. le risque de courts-circuits dans les circuits secondaires est limité au minimum;
2. le courant maximal pouvant passer par les circuits secondaires n'excède pas le courant nominal de ces circuits.

Les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension peuvent ne pas être protégés contre les courts-circuits par des dispositifs de protection lorsque:
1. le risque de courts-circuits dans les circuits secondaires est limité au minimum;
2. ils ne sont pas installés à proximité de matériaux combustibles.

Il est interdit de protéger les circuits secondaires des transformateurs de tension à haute tension contre les surintensités lorsque l'interruption de courant peut provoquer un danger.

Sous-section 5.3.7.4. Circuits de mesure de courant

Il est interdit de protéger les circuits secondaires des transformateurs de courant contre les surcharges et les courts-circuits.

Les transformateurs de courant résistent au courant thermique de courte durée qui peut se manifester à l'endroit du placement.

Les transformateurs de courant destinés aux mesures sont choisis avec un facteur de saturation le plus bas possible et une puissance nominale tels que le courant de court-circuit dans le circuit primaire ne puisse endommager les appareils de mesure placés dans le circuit secondaire.

Les transformateurs de courant destinés à la protection sont choisis avec un facteur de saturation le plus grand possible et une puissance nominale tels qu'un courant de court-circuit dans le circuit primaire n'affecte pas le fonctionnement des appareils de protection placés dans le circuit secondaire.

Lorsqu'un transformateur de courant est utilisé tant à des fins de mesure que de protection, les appareils de mesure sont protégés, si nécessaire, par des transformateurs intermédiaires adaptés placés dans le circuit pour éviter l'endommagement provoqué par les courants de court-circuit.

Chapitre 5.4. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles en basse tension et en très basse tension

Section 5.4.1. Généralités

Le présent chapitre traite des dispositions de mises à la terre, des conducteurs de protection et des liaisons équipotentielles afin de satisfaire aux prescriptions de sécurité de l'installation électrique.

Section 5.4.2. Installations de mise à la terre

Sous-section 5.4.2.1. Prise de terre

La prise de terre est réalisée conformément aux dispositions fixées, par arrêté, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions et ce, chacun en ce qui le concerne.

Sous-section 5.4.2.2. Conducteur de terre

La section minimale des conducteurs de terre, y compris celle du conducteur de mise à la terre du neutre, est calculée comme celle d'un conducteur de protection.

Elle doit au moins être égale à:
- 16 mm² si les conducteurs sont en cuivre et munis d'un revêtement les protégeant contre la corrosion;
- 25 mm² si ces conducteurs sont en cuivre, dans les autres cas;
- 50 mm² si ces conducteurs sont en aluminium ou en acier.

Les conducteurs en aluminium isolés ou non ne peuvent pas être enterrés.

Section 5.4.3. Conducteurs de protection

Sous-section 5.4.3.1. Nature des conducteurs

Peuvent être utilisés comme conducteurs de protection:
- des conducteurs indépendants;
- des conducteurs empruntant les mêmes canalisations électriques que les conducteurs actifs de l'installation, pour autant qu'ils soient isolés de la même façon que les autres conducteurs;
- des gaines métalliques ou écrans, nus ou isolés, de canalisations électriques, dont l'aptitude à cet égard est reconnue par les règles de l'art, en particulier, la gaine extérieure des canalisations électriques blindées à isolant minéral ainsi que les conduits lorsque les règles correspondantes le prévoient; ils ne peuvent cependant servir de conducteur de protection que pour les circuits auxquels ils sont associés; leur continuité électrique ne peut être compromise par détérioration mécanique, chimique ou électrochimique;
- des enveloppes métalliques des canalisations préfabriquées si elles satisfont simultanément aux conditions suivantes:
  - leur continuité électrique est assurée lors de la construction ou au moyen de connexions efficaces;
  - leur continuité électrique ne peut être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques;
  - le raccordement d'autres conducteurs de protection est possible sur leur parcours;
- des parties d'enveloppes d'ensembles montés en usine, dans la mesure où les règles correspondantes le permettent et moyennant respect des conditions mentionnées ci-dessus;
- sauf dans les circuits où le conducteur neutre et le conducteur de protection sont combinés (réseau TN-C), les éléments conducteurs tels que charpentes métalliques, carcasses de machines, charpentes d'engin de levage, les canalisations d'eau d'un réseau privé et indépendant s'ils satisfont simultanément aux conditions suivantes:
  - leur continuité électrique est assurée soit par construction, soit au moyen de connexions

appropriées;
- leur continuité électrique ne peut être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques;
- ils ne sont pas démontés sans que des mesures compensatrices ne soient mises en œuvre.

Sous-section 5.4.3.2. Section minimale des conducteurs

La section minimale S_p du conducteur de protection donnée en mm² est au moins égale à la valeur déterminée par la formule suivante:

$$S_P = \frac{I}{k} \cdot \sqrt{t}$$

où:
- *I:* la valeur efficace du courant de défaut, en ampères, qui peut traverser le dispositif de protection pour un défaut d'impédance négligeable; le pouvoir limiteur du dispositif de protection est pris en compte;
- *t:* le temps en secondes de fonctionnement du dispositif de coupure, au plus égal à 5 s;
- k*:* une constante dont la valeur dépend de la nature du métal du conducteur de protection et de son isolation, indiquée dans le *tableau 5.9*.

Tableau 5.9. Valeurs de k pour des conducteurs de protection

Valeurs de k pour des conducteurs de protection isolés, non incorporés aux câbles, ou conducteurs de protection nus en contact avec le revêtement de câbles			
Matériau du conducteur	***Nature de l'isolant des conducteurs de protection ou des revêtements de câbles***		
	Polychlorure de vinyle (PVC)	*Polyéthylène réticulé (PRC) Ethylènepropylène (EPR)*	*Caoutchouc butyl (B)*
Cuivre	*143*	*176*	*160*
Aluminium	*95*	*116*	*110*
Acier	*52*	*64*	*60*
Valeurs de k pour des conducteurs de protection constitutifs d'un câble multipolaire			
Matériau du conducteur	***Nature de l'isolant des conducteurs de protection***		
	Polychlorure de vinyle (PVC)	*Polyéthylène réticulé (PRC) Ethylènepropylène (EPR)*	*Caoutchouc butyl (B)*
Cuivre	*115*	*143*	*134*
Aluminium	*76*	*94*	*89*
Valeurs de k pour des conducteurs nus ne touchant aucun matériau susceptible d'être endommagé par la température maximale autorisée			
Matériau du conducteur	***Conditions de placement***		
	Visibles et dans des locaux réservés	*Dans les bâtiments*	
		Sans risque particulier d'incendie	*Avec risques d'incendie*
Cuivre	*228*	*159*	*138*
Aluminium	*125*	*105*	*91*
Acier	*82*	*58*	*50*

L'application de la formule énoncée ci-avant pour la détermination de la valeur de S_p n'est pas nécessaire si les sections des conducteurs de protection respectent les prescriptions du *tableau 5.10*.

Tableau 5.10. Section minimale des conducteurs de protection pour laquelle la détermination par calcul de la valeur S_p n'est pas nécessaire

Section des conducteurs de l'installation (S en mm²)	***Section minimale des conducteurs de protection (S_p en mm²)***
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$0{,}5 \cdot S$

Si l'application de cette règle conduit à des valeurs non normalisées, on utilise des conducteurs ayant la section normalisée la plus proche de S_p.

Les valeurs ainsi déterminées ne sont valables que si les conducteurs de protecteur sont constitués du même métal que les conducteurs actifs. S'il n'en est pas ainsi, les sections des conducteurs de protection sont déterminées de manière à présenter une conductance équivalant à celle qui résulte de l'application de la section minimum du conducteur de protection déterminée par l'application du tableau.

En outre, lorsque le conducteur de protection ne fait pas partie de la canalisation d'alimentation, il a au moins une section S_P égale à:
- 2,5 mm² s'il comporte une protection mécanique;
- 4 mm² s'il ne comporte pas de protection mécanique.

La section minimale du conducteur principal de protection est calculée comme celle d'un conducteur de protection.

Sous-section 5.4.3.3. Repérage des conducteurs

Lorsque le conducteur de protection incorporé ou non à un câble possède une isolation, celle-ci est de couleur vert-jaune telle que définie par la norme y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou elle répond à des dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Il n'est pas nécessaire de repérer, par cette coloration, un conducteur des câbles souples méplats à 3 conducteurs sans gaine supplémentaire. Dans ce cas, le conducteur médian assume la fonction de conducteur de protection si le circuit correspondant comporte un tel conducteur de protection.

Pour les canalisations préassemblées, dont l'isolation est prévue pour résister aux intempéries, le repérage peut se faire par un autre moyen que la coloration.

Lorsque des canalisations électriques sont d'un type tel qu'il est techniquement impossible de donner la coloration vert-jaune à leur isolation, le repérage du conducteur de protection peut se faire par une autre coloration que le vert-jaune à condition qu'elle soit différente de la coloration unique des conducteurs de phase et de la couleur bleue.

Sous-section 5.4.3.4. Installation des conducteurs

Les conducteurs de protection sont convenablement protégés contre les détériorations mécaniques et chimiques et les effets électrodynamiques.

Les connexions sont réalisées de manière sûre selon les règles de l'art.

Sous-section 5.4.3.5. Continuité électrique

Sauf spécification contraire, aucun appareil de coupure tel que coupe-circuit à fusibles, interrupteur ou sectionneur n'est inséré dans le circuit des conducteurs de protection.

Cependant, pour permettre la mesure de la résistance de dispersion de la prise de terre, il est indispensable de prévoir un dispositif de coupure (sectionneur de terre) qui est démontable seulement à l'aide d'un outil.

Sous-section 5.4.3.6. Connexion des conducteurs au matériel électrique

Les machines et appareils électriques de la classe I sont pourvus de bornes qui peuvent admettre les conducteurs de protection.

L'enlèvement d'une machine ou d'un appareil électrique ne peut interrompre la continuité du circuit de protection.

Section 5.4.4. Liaisons équipotentielles

Sous-section 5.4.4.1. Liaisons équipotentielles principales

a. Section des conducteurs

Le conducteur principal d'équipotentialité a une section au moins égale à la moitié de celle du plus gros des conducteurs de protection de l'installation, le conducteur de terre étant exclu, avec un minimum de 6 mm² en cuivre.

Toutefois sa section peut être limitée:
- à 25 mm² si le conducteur est en cuivre;
- à la section électriquement équivalente s'il s'agit d'un autre métal.

b. Réalisation

Le conducteur principal d'équipotentialité répond aux prescriptions applicables au conducteur de protection. Il est installé et raccordé conformément à ces mêmes prescriptions (*sous-sections 5.4.3.4.* et *5.4.3.6.*).

Le conducteur principal d'équipotentialité possède une isolation de couleur vert-jaune.

Sous-section 5.4.4.2. Liaisons équipotentielles supplémentaires

a. Section des conducteurs

La section des conducteurs de la liaison équipotentielle supplémentaire est au moins égale à:
- la moitié de celle du conducteur de protection relié à une masse, le conducteur de terre étant exclu, si la liaison équipotentielle relie cette masse à un élément conducteur étranger;
- la plus petite section des conducteurs de protection reliés, à des masses d'appareils différents; dans ce cas, il y a lieu de s'assurer que la réalisation d'une liaison équipotentielle entre ces deux masses appartenant à des circuits de sections très différentes ne risque pas de provoquer, dans le conducteur de protection de plus faible section, le passage d'un courant de défaut provoquant une contrainte thermique supérieure à celle admissible dans ce conducteur.

En tout cas, les sections ne peuvent être inférieures à:
- 2,5 mm² lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement;
- 4 mm² lorsqu'ils ne le sont pas.

b. Réalisation

Les conducteurs supplémentaires d'équipotentialité sont installés et raccordés conformément aux prescriptions applicables aux conducteurs de protection (*sous-sections 5.4.3.4.* et *5.4.3.6.*).

Les conducteurs supplémentaires d'équipotentialité possèdent une isolation de couleur vert-jaune.

c. Vérification d'efficacité

En cas de doute, on vérifie l'efficacité de la liaison équipotentielle supplémentaire en s'assurant que l'impédance entre toute masse considérée et toute autre masse ou tout élément conducteur simultanément accessible est inférieure ou égale à U/I_a:
- U: étant la tension de contact présumée;
- I_a: étant le courant de fonctionnement du dispositif de protection, dans le temps spécifié à la courbe de sécurité, suivant la valeur de la tension de contact présumée.

Si la vérification est effectuée entre deux masses alimentées par des circuits différents, la condition ci-dessus est également vérifiée pour les dispositifs de protection de chacun des circuits intéressés.

Chapitre 5.5. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielles en haute tension

Section 5.5.1. Exigences générales

Sous-section 5.5.1.1. Généralités

Les caractéristiques de l'installation de mise à la terre sont déterminées de telle sorte que les objectifs suivants soient atteints:
1. offrir une résistance aux influences mécaniques et chimiques prévisibles;
2. offrir une résistance à l'action thermique du courant de défaut maximal présumé;
3. empêcher la détérioration des biens et du matériel;
4. garantir la sécurité des personnes, compte tenu de la tension qui peut apparaître lors de l'écoulement du courant de défaut maximal présumé à travers l'installation de mise à la terre, compte tenu des mesures de protection passives et actives.

Sous-section 5.5.1.2. Résistances aux influences mécaniques et chimiques

Les éléments constituants d'une installation de mise à la terre sont fabriqués avec des matériaux offrant une résistance suffisante aux phénomènes de corrosion (corrosion chimique ou biologique, oxydation, corrosion électrolytique...).

De plus ils offrent la résistance nécessaire aux contraintes mécaniques auxquelles ils peuvent être soumis tant au cours de leur placement, que pendant leurs conditions normales de fonctionnement.

Sous-section 5.5.1.3. Résistance à l'action thermique de courants de défaut

Les sections à respecter pour les conducteurs constituant les éléments de l'installation de mise à la terre sont fonction du courant de défaut maximal présumé.

Quand le courant de défaut se répartit sur un ensemble d'électrodes de terre, les dimensions de chaque électrode de terre peuvent être déterminées en tenant compte de cette répartition du courant.

Le calcul de la résistance thermique de l'installation de mise à la terre doit tenir compte de la valeur et de la durée du courant de défaut. A cet effet, on opère une distinction entre une durée inférieure ou égale à 5 secondes (échauffement adiabatique) et une durée supérieure à 5 secondes (échauffement non adiabatique).

Pour une durée inférieure ou égale à 5 secondes, la section minimale est calculée par la formule:

$$S \geq \frac{I}{k} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

avec:
- *S*: section en mm²;
- *I*: valeur efficace du courant de défaut phase/terre en A;
- *t*: durée du courant de défaut en secondes;
- *k*: constante à 20 degrés Celsius dépendante de la nature du matériau. Les valeurs de cette constante correspondant à la plupart des matériaux utilisés sont répertoriées au *tableau 5.11.*;
- β: valeur inverse du coefficient de température (α) de la résistivité du matériau en fonction de la température du matériau en degré Celsius comme indiqué au *tableau 5.11.*;
- Θ_i: température initiale en °C dans des conditions ambiantes normales;
- Θ_f: température maximale admissible en °C après l'écoulement du courant de défaut indiqué au *tableau 5.12.*

Tableau 5.11. Valeurs des constantes β et k pour certains matériaux

Matériaux	***β*** ***[°C]***	***k*** ***[$A \cdot \sqrt{s}/mm^2$]***
Cuivre	234,5	226
Aluminium	228	148
Acier	202	78
Alliage d'aluminium	258	149

Tableau 5.12. Températures maximales admissibles en fonction du matériau

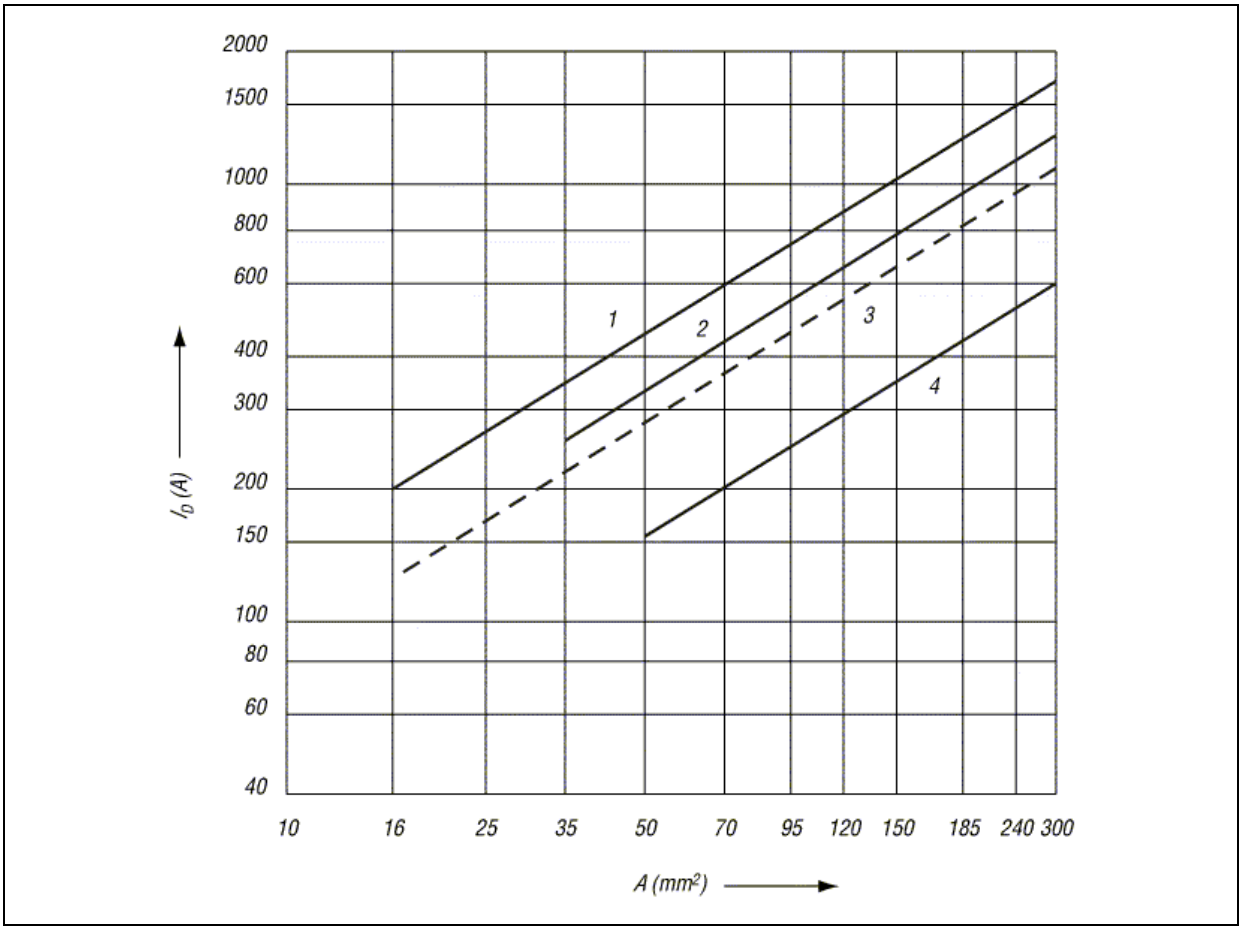
Matériaux		***Température initiale Θ_i [°C]***	***Température finale Θ_f [°C]***
Fils non chargés mécaniquement	Cuivre affine	20	300
	Cuivre affiné galvanisé	20	300
	Aluminium affine	20	300
	Acier affiné galvanisé	20	300
Ligne aérienne	Cuivre affine	20	170
	Alliage d'aluminium	20	170
	Aluminium – Acier	20	150
	Alliage d'aluminium – acier	20	150
Cuivre affiné étamé		20	150
Cuivre à gaine de plomb		20	150
Les matériaux précités avec une gaine en:			
Polychlorure de vinyle (PVC)		20	160
Caoutchouc		20	220
Polyéthylène réticulé (PRC)		20	250

Ethylène – Propylène (EPR)	20	250
Caoutchouc siliconé (SIR)	20	350

Pour une durée supérieure à 5 secondes, la section minimale est déterminée à l'aide de l'un des graphiques représentés aux *figures 5.46.* et *5.47.* Les droites 1, 2 et 4 se rapportent à une température finale de 300 °C. La droite 3 se rapporte à une température finale de 150 °C. Quand la température finale à respecter n'est pas égale à 300 °C, il convient d'appliquer le facteur de correction défini au *tableau 5.13.*, à la valeur lue sur le graphique des *figures 5.46.* et *5.47.*

Les valeurs des *figures 5.46.* et *5.47* et du *tableau 5.13.* ne sont pas valables pour des conducteurs sous contrainte mécanique; pour ces derniers, il convient de définir les valeurs par calcul.

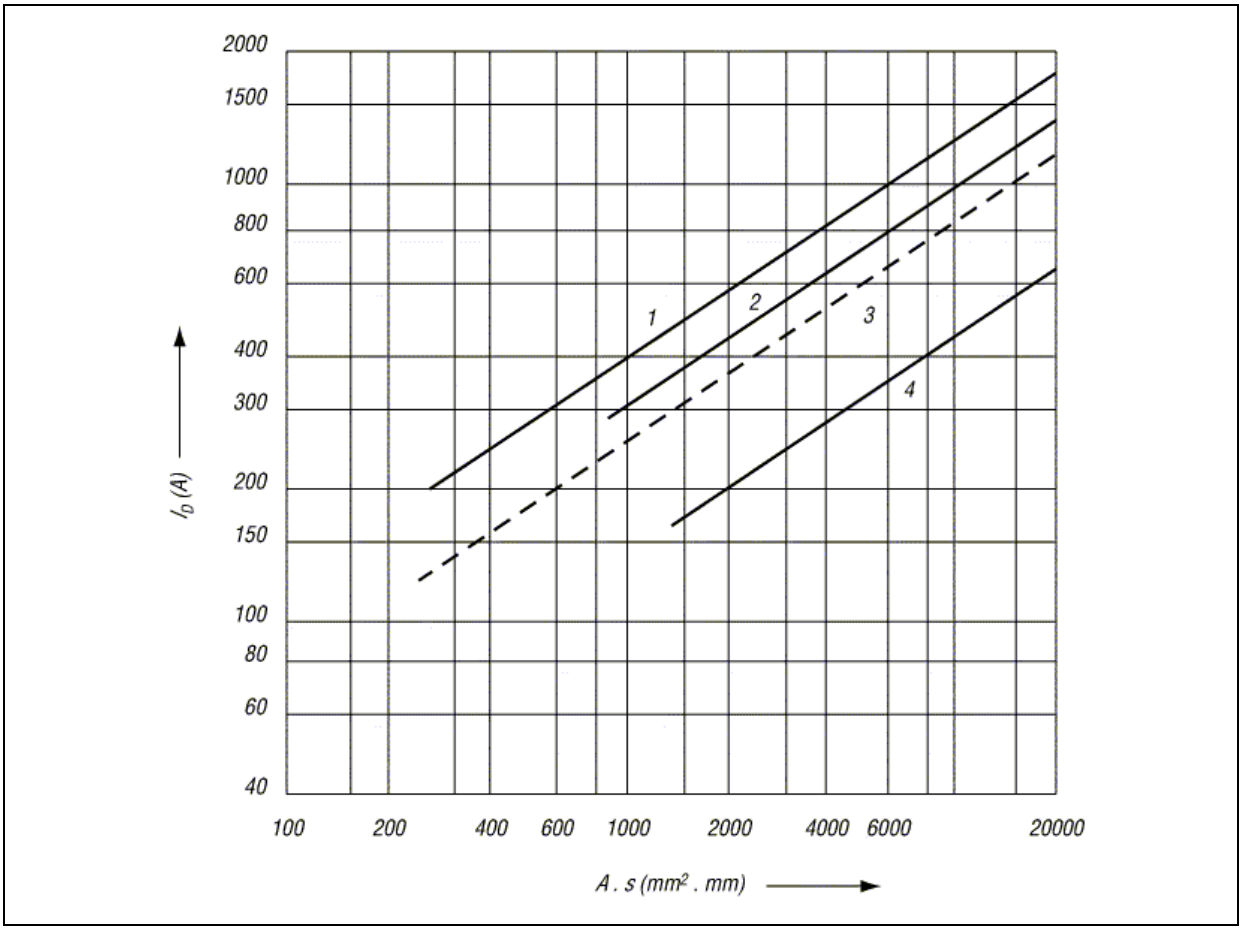
Figure 5.46. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section circulaire en fonction de leur section (A en mm²)



Les droites 1, 2 et 4 s'appliquent à une température finale de 300 °C; la droite 3 pour une température finale de 150 °C.

- Droite 1: cuivre, nu ou avec revêtement de zinc
- Droite 2: aluminium
- Droite 3: cuivre, étamé ou gainé de plomb
- Droite 4: acier galvanisé

Figure 5.47. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section rectangulaire en fonction du produit de la section et du périmètre (A x s)



Les droites 1, 2 et 4 s'appliquent à une température finale de 300 °C; la droite 3 pour une température finale de 150 °C.

- Droite 1: cuivre, nu ou avec revêtement de zinc.
- Droite 2: aluminium.
- Droite 3: cuivre, étamé ou gainé de plomb.
- Droite 4: acier galvanisé.

Tableau 5.13. Facteur de correction en fonction de la température finale

Température finale Θ_f [°C]	*Facteur de correction*
400	1,2
350	1,1
300	1,0
250	0,9
200	0,8
150	0,7
100	0,6

Section 5.5.2. Réalisation des prises de terre

Sous-section 5.5.2.1. Généralités

Une prise de terre peut être réalisée en enfouissant dans le sol une ou plusieurs électrodes de terre horizontales, verticales ou obliques.

Les électrodes de terre disposées horizontalement sont enfouies à une profondeur de minimum 0,6 m sous la surface du sol.

En ce qui concerne les électrodes de terre verticales ou obliques, seule la partie utile est prise en compte. Elles sont placées les unes par rapport aux autres à une distance au moins égale à leur longueur.

Lorsque divers matériaux susceptibles de constituer des couples galvaniques doivent être connectés les uns aux autres, il convient de protéger ces matériaux à l'endroit même de leur(s) connexion(s), par des moyens durables, contre le contact avec des électrolytes provenant de leur environnement.

La prise de terre ne peut être en contact avec un quelconque élément métallique étranger enfoui dans la terre.

Sous-section 5.5.2.2. Caractéristiques

a. Choix des matériaux et dimensions minimales

A l'exception des cas particuliers repris en *b.6.1.*, les électrodes de terre sont constituées de matériaux mentionnés au *tableau 5.14.*

Leurs dimensions minimales, en fonction du matériau et du type d'électrode, sont conformes aux valeurs mentionnées au dit tableau.

Tableau 5.14. Dimensions minimales des électrodes de terre en fonction des matériaux utilisés en rapport avec leur résistance aux influences mécaniques et corrosives

Matériaux	*Type des électrodes de terre*	*Dimensions minimales*				
		Ame			*Revêtement/Gaine*	
		Diamètre [mm]	*Section [mm²]*	*Epaisseur [mm]*	*Valeur individuelle [µm]*	*Valeur moyenne [µm]*
Acier						
Galvanisation thermique	Feuillards (2)		90	3	63	70
	Profilé		90	3	63	70
	Tubes	25		2	47	55
	Barres rondes	16			63	70
	Fils ronds	10				50
Gaine de plomb	Fils ronds	8			1000	
Gaine en cuivre extrudé	Barres rondes	15			2000	
Enveloppe électrolytique	Barres rondes	14,2			90	100
Cuivre						
Affiné	Feuillards (2)		50	2		
	Fils ronds		25			
	Câbles torsadés	1,8 (1)	25			
	Tubes	20		2		
Etamé	Câbles torsadés	1,8 (1)	25		1	5
Galvanisé	Feuillards		50	2	20	40
Gaine de plomb	Câbles torsadés	1,8 (1)	25		1000	
	Fils ronds		25		2000	

(1) Valeur pour chaque fil
(2) Feuillards, laminés ou découpés, avec coins arrondis

b. Réalisation

La prise de terre est réalisée suivant une des méthodes ou combinaison de méthodes décrites ci-après:

b.1. soit une boucle de terre d'au moins 8 m de long, en contact avec la terre et disposée à fond d'une fouille. Si l'installation à haute tension se trouve dans un bâtiment, la boucle de terre est placée de préférence sous les parois extérieures du bâtiment.
Les deux extrémités de la boucle sont reliées à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.2. soit au moins quatre piquets de terre d'une longueur utile minimale de 1,5 m, enfoncés verticalement ou obliquement (max. 45° par rapport à la verticale) vers l'extérieur de la construction et régulièrement répartis autour de celle-ci. Ces piquets sont reliés entre eux

par une boucle de terre dont les deux extrémités sont reliées à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.3. soit une électrode de terre profonde d'une longueur enfoncée d'au moins 6 m. Cette électrode de terre est raccordée par un conducteur de terre à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.4. soit une électrode de terre horizontale ayant une longueur utile d'au moins 8 m. Cette électrode de terre est raccordée par un conducteur de terre à un sectionneur de terre installé en un endroit accessible en toute sécurité;

b.5. soit un réseau maillé ayant une aire supérieure à 200 m^2 et constitué d'au moins 9 mailles. Ces mailles, de 10 m maximum de côté, sont situées de préférence sous la zone occupée par l'installation haute tension.
Des sectionneurs de terre ne sont pas requis dans ce cas, mais la mesure de la valeur initiale de la résistance de terre (telle que prévue au *point b.3. de la sous-section 4.2.5.2.*) doit être rendue possible avant la mise en usage.

b.6. Cas particulier
1. La prise de terre des installations électriques des chemins de fer, situées le long des voies et dont la tension nominale entre conducteurs actifs ne dépasse pas 1100 V en courant alternatif, peut être constituée d'un ensemble de poteaux en acier interconnectés électriquement et enfouis dans un massif de béton en contact direct avec la terre pour autant que:
   - la surface de contact entre poteau et béton, située à au moins 30 cm en dessous de la surface du sol, soit au moins égale à 5000 cm^2 par poteau;
   - le nombre de poteaux soit au moins de 30;
   - la distance minimale entre 2 poteaux soit de 10 m.
2. La prise de terre des installations électriques non-domestiques, peut être constituée d'un ensemble de pieux en béton armé en contact direct avec la terre pour autant que:
   - le nombre de pieux soit au moins de 4;
   - la longueur utile soit d'au moins 10 m;
   - la distance entre chacun des 4 pieux soit au moins de 6 m;
   - le diamètre des pieux soit d'au moins 35 cm;
   - les armatures des différents pieux soient interconnectés électriquement.

Des sectionneurs de terre ne sont pas requis dans ce cas, mais la mesure de la valeur initiale de la résistance de terre (telle que prévue au *point b.3. de la sous-section 4.2.5.2.*) doit être rendue possible avant la coulée de la dalle de béton.

Sous-section 5.5.2.3. Mise à la terre globale

a. Principe général

La mise à la terre globale permet de limiter les élévations du potentiel des terres locales par une meilleure dispersion du courant de défaut à la terre. La mise à la terre globale est obtenue par:
- soit une longueur suffisante de câbles avec effet de terre;
- soit un nombre suffisant d'installations de mise à la terre haute tension reliées entre elles par des conducteurs de protection;
- soit une combinaison des deux possibilités citées ci-dessus.

b. Conditions auxquelles doit satisfaire une mise à la terre globale

Une mise à la terre globale doit satisfaire à une des conditions *b.1.* ou *b.2.* ou *b.3.* ci-après:

b.1.
- les installations de mise à la terre locale à HT sont reliées aux câbles avec effet de terre;
- la somme des longueurs de ces câbles est d'au moins 1 km, les tracés communs ne comptent qu'une seule fois;

b.2. au moins 20 installations de mise à la terre locale à HT sont interconnectées;

b.3. combinaison des conditions *b.1.* et *b.2.* en admettant qu'une installation de mise à la terre locale équivaut à 50 m de câble avec effet de terre.

Les câbles avec effet de terre ne doivent pas nécessairement constituer un ensemble continu mais peuvent être reliés entre eux par des conducteurs de protection contenus dans d'autres types de câbles ou de lignes aériennes. La longueur moyenne (*L*) des conducteurs de

protection servant à l'interconnection des installations de mise à la terre locales et/ou des tronçons de câbles avec effet de terre doit répondre à la formule suivante:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16\ mm^2}\ (m)$$

S_m = moyenne des sections, pondérée en fonction de la longueur des conducteurs de protection des câbles de liaison et exprimée en mm^2 de section équivalent cuivre.

Si une liaison comprend divers câbles en parallèle, il convient d'en tenir compte lors du calcul de S_m.

La continuité électrique des parties métalliques des gaines et des conducteurs de protection doit être assurée au droit des connexions, des postes de sectionnement, des postes de transformation et des supports.

c. Utilisation de la mise à la terre globale du réseau de distribution de niveau supérieur

A la demande de l'exploitant d'une installation à haute tension raccordée à un autre réseau de distribution de niveau supérieur, l'exploitant de ce réseau de distribution de niveau supérieur confirmera par écrit si oui ou non l'installation concernée sera intégrée dans un réseau qui bénéficie d'une mise à la terre globale.

Section 5.5.3. Réalisation des conducteurs de protection

Sous-section 5.5.3.1. Nature des conducteurs

Peuvent être utilisés comme conducteurs de protection:
- des conducteurs indépendants;
- des conducteurs empruntant les mêmes canalisations électriques que les conducteurs actifs d'une installation pour autant qu'ils soient isolés de la même façon que les conducteurs actifs précités;
- des gaines, tresses ou écrans métalliques, isolés ou non, de canalisations électriques, dont l'aptitude à cet égard est reconnue par les règles de l'art;
- les charpentes métalliques sur lesquelles est fixé de l'appareillage à haute tension à la condition que des précautions particulières soient prises pour:
  1. assurer la continuité électrique avec une surface de contact adéquate;
  2. que cette continuité ne puisse être compromise par les détériorations mécaniques, chimiques ou électrochimiques, ainsi que par échauffement, lors du passage du courant de défaut maximal présumé jusqu'au déclenchement par les équipements de protection.

Sous-section 5.5.3.2. Section minimale des conducteurs

Le conducteur de protection a une section telle qu'il supporte sans dommage, par échauffement, le courant de défaut maximal présumé jusqu'au déclenchement par les équipements de protection; pour les conducteurs indépendants, elle est d'au moins:
- 16 mm^2 pour les conducteurs en cuivre apparents ou noyés dans le béton;
- 35 mm^2 pour les conducteurs non protégés contre la corrosion en cuivre, enterrés ou encastrés;
- 50 mm^2 pour les conducteurs en aluminium ou en acier.

Toutefois, la mise à la terre de certaines pièces métalliques telles que les garde-corps, peut être réalisée au moyen d'un conducteur de protection en cuivre d'une section minimale de 4 mm^2.

La section pour la mise à la terre d'un point de l'enroulement secondaire des transformateurs de mesure à haute tension est au moins égale à 2,5 mm^2 pour les conducteurs en cuivre. Si la mise à la terre est effectuée par un conducteur de protection sans protection mécanique, la section du conducteur de protection est portée à 4 mm^2 en cuivre.

Sous-section 5.5.3.3. Installation des conducteurs

Les conducteurs de protection sont convenablement protégés contre les détériorations mécaniques et chimiques et les effets électrodynamiques.

Les conducteurs indépendants en aluminium isolés ou non ne peuvent être ni enterrés, ni encastrés.

Sous-section 5.5.3.4. Repérage des conducteurs

Le conducteur de protection incorporé ou non à un câble est repéré de la manière définie en la matière par la norme homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN ou par toutes dispositions qui offrent un niveau de sécurité au moins équivalent à celui défini dans cette norme.

Sous-section 5.5.3.5. Connexion des conducteurs au matériel électrique

Les masses de chaque machine et appareil électrique doivent être reliées à un conducteur de protection conformément à *la sous-section 5.5.3.1.*

Dans le cas d'utilisation de charpentes métalliques d'ensembles d'appareillage à haute tension en tant que conducteur de protection, celles qui forment une unité fonctionnelle (par exemple cellules) doivent en plus être reliées par un conducteur de protection continu en cuivre sur lequel d'autres conducteurs de protection peuvent être raccordés.

Cette prescription n'est pas d'application aux éléments métalliques de fixation des isolateurs.

L'enlèvement d'une machine ou d'un appareil électrique ne peut interrompre la continuité du circuit de protection.

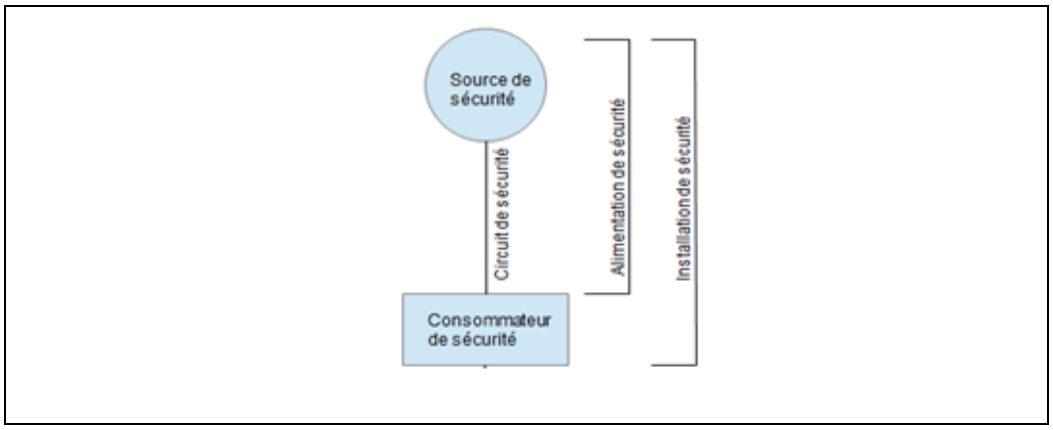
Chapitre 5.6. Installations de sécurité (En basse tension et très basse tension)

Section 5.6.1. Généralités

Le présent chapitre traite des prescriptions spécifiques relatives au choix et à la mise en oeuvre des installations de sécurité.

L'installation de sécurité peut être représentée d'une manière générale selon la *figure 5.48.*

Figure 5.48. Principe d'une installation de sécurité



Les prescriptions spécifiques, décrites dans un autre référentiel, peuvent déroger à celles du présent chapitre, si l'installation de sécurité répond à l'ensemble des exigences de cet autre référentiel. Les prescriptions spécifiques du présent chapitre non couvertes par cet autre référentiel restent d'application. L'obligation d'au moins répondre aux obligations légales reste toujours d'application.

On entend ci-dessus par autre référentiel:
- soit une exigence légale d'application en Belgique;
- soit une norme technique y relative homologuée par le Roi ou enregistrée par le NBN.

L'exploitant ou son délégué doit réaliser une analyse des risques des installations de sécurité. Celle-ci comprend au moins:
- la détermination des installations de sécurité;
- la détermination du temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité;
- la détermination des caractéristiques des sources de sécurité.

Les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité sont mentionnées dans la liste des installations de sécurité. La liste et l'analyse des risques des installations de sécurité sont tenues à la disposition de l'organisme agréé et du fonctionnaire chargé de la surveillance.

On entend dans le *chapitre 5.6.* par:
- redondance des consommateurs de sécurité: l'utilisation de plusieurs consommateurs de sécurité pour garantir la même fonction et dont la perte d'un ou de plusieurs des consommateurs de sécurité redondants n'entrave pas le but prédéterminé. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations de sécurité;
- redondance des canalisations électriques: l'utilisation de plusieurs canalisations électriques pour alimenter via une boucle des tableaux de répartition et de manoeuvre ou des consommateurs d'une

installation de sécurité et dont la perte d'une ou de plusieurs des canalisations électriques redondantes n'entrave pas l'alimentation des tableaux répartition et de manoeuvre ou des consommateurs. Le niveau de
redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations de sécurité.

Section 5.6.2. Objectifs

Le maintien de la fonction de l'installation de sécurité doit être garanti en cas:
- de perte de la source normale;
- d'incendie;
- de défaut électrique.

Afin de satisfaire à ces conditions, il est nécessaire de choisir des sources, des matériels, des circuits et des canalisations électriques spécifiques.

Il convient aussi de tenir compte des influences externes qui peuvent perturber le maintien de la fonction de l'installation de sécurité. Elles sont déterminées par l'exploitant ou son délégué lors du choix et de la mise en oeuvre du matériel électrique.

Section 5.6.3. Détermination des installations de sécurité

Sont déterminées comme installations de sécurité:
- celles imposées dans les exigences légales tels que spécifiées à la *section 5.6.1.*;
- et celles définies sur base d'une analyse des risques des installations de sécurité par l'exploitant ou son délégué.

Par définition, les consommateurs à sécurité positive ne font pas partie des installations de sécurité.

L'exploitant ou son délégué établit la liste des installations de sécurité. Cette liste spécifie pour chaque installation de sécurité la référence (analyse des risques ou exigences légales).

Les installations de sécurité figurent sur un ou plusieurs plans des installations de sécurité. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Section 5.6.4. Détermination du temps de maintien de la fonction des consommateurs de sécurité

Le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité est déterminé:
- soit par un référentiel tel que spécifié à la *section 5.6.1.*;
- soit par l'analyse des risques des installations de sécurité.

La liste des installations de sécurité spécifie pour chaque consommateur de sécurité leur temps de maintien de la fonction.

Section 5.6.5. Mesures à prendre en cas de perte de la source normale

Sous-section 5.6.5.1. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La source intégrée au consommateur de sécurité doit s'enclencher automatiquement en cas de perte de la source normale. Cette source doit assurer un temps de fonctionnement au moins égal au temps de maintien défini à la *section 5.6.4.*

L'analyse des risques des installations de sécurité ou d'éventuels référentiels déterminent:
- la nécessité du signalement de la perte de la source normale et des moyens éventuels à mettre en œuvre;
- la nécessité du signalement des défaillances et des moyens éventuels à mettre en oeuvre;
- la fréquence des tests de basculement.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de sécurité intégrée au consommateur de sécurité par le biais d'entretiens et de surveillances. Il doit réaliser des tests de basculement réguliers et il doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations de sécurité. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Sous-section 5.6.5.2. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

Pour les sources de sécurité, l'analyse des risques des installations de sécurité détermine au moins:
- leur nombre;
- leur disposition;
- leur temps de commutation;
- l'emplacement des mesures de tension pour le basculement automatique (en tenant compte des variations de tension et de fréquence);
- la nécessité du signalement de la perte de la source normale et des moyens éventuels à mettre en œuvre;
- la nécessité du signalement des défaillances et des moyens éventuels à mettre en oeuvre;
- la fréquence des tests de basculement;
- la séquence de l'enclenchement de l'ensemble des sources de sécurité.

Les sources de sécurité reconnues sont les suivantes:
- batteries;
- piles;
- groupes électrogènes indépendants de la source normale;
- sources d'alimentation sans interruption (appelées aussi uninterruptible power supply).

On entend par source de sécurité: une ou un ensemble de sources de sécurité.

La source de sécurité doit s'enclencher automatiquement et suivant la séquence déterminée dans l'analyse des risques des installations de sécurité en cas de perte de la source normale.

La source de sécurité doit être installée à poste fixe de telle manière qu'elle ne puisse pas être affectée par la perte de la source normale.

La source de sécurité doit garantir le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qui lui est raccordé.

La source de sécurité doit être installée dans un lieu approprié et exclusivement dédié pour celle-ci. Le lieu est accessible seulement aux personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

La source de sécurité doit être conçue et installée de façon à limiter le risque qu'un incendie, une inondation, le gel ou le vandalisme et autres conditions préjudiciables aient une incidence sur la disponibilité de l'alimentation de sécurité.

L'emplacement de la source de sécurité doit être convenablement ventilé de façon telle que les gaz et les fumées qu'elle produit ne puissent se propager dans des locaux accessibles aux personnes.

Des branchements séparés, indépendants et alimentés par un réseau de distribution (basse tension ou haute tension) ne sont pas admis comme source de sécurité.

La puissance de la source de sécurité est telle que le démarrage et le fonctionnement des consommateurs de sécurité qui sont raccordés à la source de sécurité soient garantis dans les conditions les plus défavorables. Une source de sécurité peut être utilisée, également avec ou sans délestage, pour des consommateurs autres que les consommateurs de sécurité à condition que sa disponibilité pour les consommateurs de sécurité ne soit pas affectée.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de sécurité par le biais d'entretiens et de surveillances. Ceci comprend par exemple la disponibilité des auxiliaires de la source de sécurité, du niveau de carburant, du niveau de charge des batteries, … L'exploitant doit réaliser des tests de basculement réguliers. Un test de basculement sur charge doit être réalisé au minimum une fois par an. L'exploitant doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations de sécurité. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Section 5.6.6. Mesures à prendre en cas d'incendie

Sous-section 5.6.6.1. Généralités

a. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La résistance au feu des consommateurs de sécurité et de leurs circuits (tableaux de répartition et de manoeuvre et canalisations électriques) n'est pas exigée. Cependant, ceci n'exclut pas l'utilisation de consommateurs de sécurité présentant une résistance au feu pour répondre à d'autres obligations.

Les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande des consommateurs de sécurité doivent satisfaire aux exigences des canalisations électriques de la *sous-section 5.6.6.4.*, sauf si elles n'affectent pas leur bon fonctionnement.

b. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

La résistance au feu des consommateurs de sécurité n'est pas exigée. Cependant, ceci n'exclut pas l'utilisation de consommateurs de sécurité présentant une résistance au feu pour répondre à d'autres obligations.

Les *sous-sections 5.6.6.2.* à *5.6.6.4.* sont d'application pour la source de sécurité et les circuits de sécurité.

Les conducteurs de protection indépendants et les câbles de communication et de technologie de l'information, de signalisation ou de commande des installations de sécurité doivent satisfaire aux exigences des canalisations électriques de la *sous-section 5.6.6.4.*, sauf si elles n'affectent pas le bon fonctionnement des installations de sécurité.

Sous-section 5.6.6.2. Source de sécurité non-intégrée

Chaque local, dans lequel une source de sécurité non-intégrée est installée, doit présenter par rapport aux locaux adjacents une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'elle alimente. Les conduites d'évacuation des fumées et d'aération doivent aussi présenter une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de résistance au feu du local de la source de sécurité, lorsque ces conduites traversent d'autres locaux que le local de la source de sécurité.

Sous-section 5.6.6.3. Tableaux de répartition et de manœuvre des circuits de sécurité (appelés tableau de sécurité dans ce Livre)

Les tableaux de sécurité sont:
- soit installés dans des locaux exclusivement dédiés qui présentent une résistance au feu au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent;
- soit résistant au feu (y compris leurs accessoires) pendant un temps au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent.

Les locaux et les tableaux de sécurité sont seulement accessibles au personnel BA4 (averti) ou BA5 (qualifié).

Les dispositions des deux alinéas précédents ne sont pas d'application pour les tableaux de commande et/ou de signalisation qui doivent rester accessibles pour des raisons de sécurité (par exemple: panneau de commande et de signalisation de la détection incendie).

En dérogation à l'obligation des locaux exclusivement dédiés pour la source de sécurité non-intégrée (*sous-section 5.6.5.2.* 7ème alinéa) et pour les tableaux de sécurité (*sous-section 5.6.6.3.* 1er alinéa), il est autorisé qu'une source de sécurité et des tableaux de sécurité soient installés dans le même local. Ce local doit présenter une résistance au feu pendant un temps au moins égal au temps de maintien de fonction de chaque consommateur de sécurité que la source de sécurité et les tableaux de sécurité alimentent.

Il est autorisé d'installer des circuits autres que des circuits de sécurité dans les tableaux de sécurité, à condition que :
- les tableaux de sécurité présentent une résistance au feu, et
- les circuits qui ne sont pas de sécurité soient séparés des circuits de sécurité par une paroi ayant une résistance au feu au moins égale à celle du tableau de sécurité.

Sous-section 5.6.6.4. Canalisations électriques des circuits de sécurité

a. Généralités

Pour obtenir le maintien de la fonction des consommateurs de sécurité et des tableaux de sécurité, les canalisations électriques de leurs circuits de sécurité sont :
- soit non-redondantes et présentant une résistance au feu (voir *point b.*);
- soit redondantes (voir *point c.*).

Si la canalisation électrique du consommateur de sécurité ou du tableau de sécurité présente une résistance au feu, il y a lieu de prévoir lors de l'utilisation de boîtes de dérivation sur le parcours de la canalisation électrique, des boîtes de dérivation présentant une résistance au feu équivalente au temps

de maintien de la fonction du consommateur de sécurité ou du tableau de sécurité alimenté par la canalisation électrique.

Dans les locaux qui sont exclusivement dédiés à la source de sécurité et au tableau de sécurité et qui présentent une résistance au feu au moins égal au temps de maintien de la fonction de chaque consommateur de sécurité qu'ils alimentent, la résistance au feu des canalisations électriques d'un circuit de sécurité dans ces locaux n'est pas requise, pour autant que la longueur totale des canalisations électriques de ce circuit de sécurité dans ces locaux n'excède pas 10 mètres.

Dans les compartiments (hors locaux visés à l'alinéa précédent) dans lesquels est installé un consommateur de sécurité, la résistance au feu de la (des) canalisation(s) électrique(s) du circuit terminal de ce consommateur de sécurité dans ces compartiments n'est pas requise, pour autant que:
- la longueur totale de la (des) canalisation(s) électrique(s) de ce circuit terminal dans le compartiment n'excède pas 10 mètres; et
- le consommateur de sécurité ne présente aucune résistance au feu.

La résistance au feu du câblage interne des tableaux de sécurité n'est pas exigée.

b. Canalisations électriques non-redondantes des circuits de sécurité présentant une résistance au feu

Lorsque le tableau de sécurité ou le consommateur de sécurité est alimenté par une canalisation électrique non-redondante, les conducteurs isolés, les câbles et leurs accessoires :
- soit ont la caractéristique FR2 conformément au *tableau 4.8.* de la *sous-section 4.3.3.4.* ou une caractéristique équivalente à celle-ci, garantissant un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.6.4.*;
- soit sont installés dans des systèmes de pose répondant au niveau de résistance au feu qui garantit un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.6.4.*;
- soit sont encastrés dans les planchers et les murs répondant au niveau de résistance au feu qui garantit un maintien de la fonction tel que défini dans la *section 5.6.4.*;
- soit sont enterrés.

Si toutes les parties constituantes de l'ensemble (système de support, conducteur isolé, câble et fixation) ont chacune la résistance au feu requise pour le maintien de la fonction et si celles-ci sont installées conformément aux prescriptions des fabricants, alors l'ensemble est considéré comme ayant une caractéristique équivalente à FR2.

Tout conducteur isolé ou câble ajouté au système de support d'un ensemble ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 doit avoir la caractéristique FR2 ou FR1. La classification concernant les réactions au feu du *tableau 4.7.* de la *sous-section 4.3.3.4.* est aussi d'application.

Le montage et l'installation des canalisations électriques et de leurs fixations doivent garantir le maintien de la fonction du circuit de sécurité.

Dans des longues installations verticales, les fixations des canalisations électriques doivent garantir que les canalisations électriques ne s'affaissent pas prématurément lors d'un incendie.

Il y a lieu de tenir compte de l'influence négative possible du placement d'autres installations (électriques et non électriques) qui ne sont pas de sécurité et qui sont placées à proximité des installations de sécurité. Exemple d'une situation qui doit être évitée: un chemin de câbles n'ayant pas la caractéristique FR2 placé au-dessus d'un chemin de câbles ayant la caractéristique FR2 et pouvant tomber sur ce dernier en cas d'incendie.

Pour dimensionner la section des conducteurs, l'augmentation de la résistance des conducteurs de la canalisation électrique, de même que l'atténuation de tous signaux de transmission doivent être prises en compte en raison de l'augmentation de température en cas d'incendie. Il doit être tenu compte du compartiment comportant la plus grande chute de tension dans la canalisation électrique du circuit de sécurité. Il est permis de tenir compte de l'influence des moyens de protection d'incendie éventuels installés dans le compartiment (ex: sprinkler). L'élévation de la température ambiante maximale en cas d'incendie est déterminée par l'exploitant suivant la courbe température-temps normalisée qui détermine la durée de la résistance au feu des éléments de construction. Celle-ci dépend du temps de maintien de la fonction défini à la *section 5.6.4.* La section des conducteurs de la canalisation électrique peut être calculée suivant les règles de l'art.

c. Canalisations électriques redondantes des circuits de sécurité

Lorsque le tableau de sécurité ou le consommateur de sécurité est alimenté par plusieurs canalisations électriques (nombre à définir par l'analyse des risques des installations de sécurité) et si chaque

canalisation électrique emprunte des compartiments séparés présentant une résistance au feu au moins équivalente au temps de maintien de la fonction du tableau de sécurité ou du consommateur de sécurité alimenté par les canalisations électriques redondantes, la résistance au feu des canalisations électriques n'est pas requise dans ces compartiments.

d. Cas spécifiques

En cas de redondance du consommateur de sécurité (nombre à définir par l'analyse des risques des installations de sécurité) et si chaque canalisation électrique vers un consommateur de sécurité redondant emprunte des compartiments différents présentant une résistance au feu au moins égale au temps de maintien de la fonction du consommateur de sécurité alimenté par la canalisation électrique, la résistance au feu de chaque canalisation électrique n'est pas requise dans ces compartiments.

Section 5.6.7. Mesures à prendre en cas de défaut électrique

Sous-section 5.6.7.1. Généralités

a. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée

La protection contre les surcharges, les courts-circuits et les contacts indirects des circuits des consommateurs de sécurité doit respecter les mesures de protection des *chapitres 4.2.* (protection contre les chocs électriques) et *4.4.* (protection électrique contre les surintensités).

Le fonctionnement correct d'un circuit avec des consommateurs de sécurité ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

b. Consommateurs de sécurité avec source de sécurité non-intégrée

Les *sous-sections 5.6.7.2.* à *5.6.7.5.* sont d'application pour les mesures à prendre en cas de défaut électrique dans un circuit de sécurité.

Sous-section 5.6.7.2. Mesures de protection générales des circuits de sécurité

Le fonctionnement correct d'un circuit de sécurité ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

Pour des sources d'alimentation (normal/de sécurité) qui ne sont pas conçues pour fonctionner en parallèle:
- toutes les précautions doivent être prises pour éviter la mise en parallèle des sources;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées pour chacune des sources.

Pour des sources d'alimentation (normal/de sécurité) qui sont conçues pour fonctionner en parallèle:
- le fonctionnement en parallèle de sources indépendantes peut exiger des dispositifs spéciaux, par exemple une protection contre le retour de puissance;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées aussi bien lorsque l'installation est alimentée séparément par l'une quelconque des deux sources que par les deux sources en parallèle;
- des précautions doivent être prises pour limiter le courant circulant dans les liaisons entre les points neutres des sources.

Les consommateurs de sécurité peuvent être répartis dans un ou plusieurs tableaux de sécurité.

Les tableaux principaux de sécurité auxquels sont connectés les consommateurs de sécurité ou les tableaux secondaires de sécurité, sont directement raccordés:
- à la source normale via le tableau principal basse tension par des appareils de protection exclusivement réservés à cette utilisation, et
- à la source de sécurité via un circuit dédié.

Il est autorisé par dérogation à cette sous-section que les consommateurs de sécurité soient alimentés directement par le tableau principal basse tension et/ou par la source de sécurité, via des circuits dédiés.

On entend par tableau principal basse tension: le tableau principal d'un bâtiment, d'une zone ou d'une installation partielle (ex.: installation extérieure).

Les consommateurs de sécurité redondants et les canalisations électriques redondantes sont protégés individuellement par des dispositifs de protection.

Sous-section 5.6.7.3. Protection contre les surcharges dans les circuits de sécurité

La protection contre les surcharges est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre la surcharge peut être omise:
1° si un circuit terminal de sécurité alimente un moteur électrique d'une installation de sécurité ne fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, et, si pour des raisons de sécurité, il est nécessaire que ce moteur puisse assurer son service même dans des conditions de défaut mécanique ou autre, à condition que:
   - soit l'apparition d'une surcharge soit surveillée;
   - soit sa canalisation électrique et son appareillage de commande et de protection puissent supporter les courants de surcharge résultant de tels défauts. Sauf indication contraire mentionnée par le constructeur de moteurs, on peut considérer que cette dernière condition est satisfaite si le courant assigné de l'appareillage de commande et de protection et le courant admissible de la canalisation électrique sont déterminés pour un courant d'emploi égal à 2 fois le courant nominal du moteur. Pour exemple: les moteurs utilisés pour le système d'évacuation de la fumée et de la chaleur (EFC) lors d'un incendie.
2° pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

Sous-section 5.6.7.4. Protection contre les courts-circuits dans les circuits de sécurité

La protection contre les courts-circuits est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

Si un circuit de sécurité alimente plusieurs consommateurs de sécurité, un module isolateur contre le court-circuit au niveau de chaque consommateur de sécurité doit être prévu pour éviter la perte d'alimentation de tous les consommateurs de sécurité alimentés par le même circuit.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre les courts-circuits peut être omise pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

Sous-section 5.6.7.5. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits de sécurité

a. Généralités

La protection contre les défauts à la terre est à prévoir pour tous les circuits de sécurité.

Nonobstant les mesures de protection contre les contacts indirects, le maintien de la fonction d'un consommateur de sécurité ne peut pas être affecté par un 1er défaut à la terre dans un circuit de sécurité terminal lors du fonctionnement sur la source normale et sur la source de sécurité. Il y a lieu d'appliquer les mesures de protection du *point b*.

Le passage d'un schéma de mise à la terre vers un autre schéma de mise à la terre peut comporter certains risques auxquels il doit être apporté une attention particulière.

b. Mesures de protection à prendre

b.1. Mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre sont:
1. l'utilisation de matériel classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*sous-section 4.2.3.3.*);
2. l'utilisation de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*);
3. la protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (*sous-section 4.2.3.3.*);
4. l'utilisation de la TBTS ou de la TBTP (*sous-sections 4.2.3.3., 4.2.7.3., 4.2.7.4. et 4.2.7.5.*);
5. l'utilisation du schéma de mise à la terre IT sur l'ensemble ou une partie de l'installation de sécurité (à définir dans le cadre de l'analyse des risques des installations de sécurité) contrôlé par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore dès le premier défaut (*sous-section 4.2.3.4.*);
6. pour les consommateurs de sécurité ne fonctionnant qu'en cas de situations d'urgence (exemple: système d'évacuation de la fumée et de la chaleur (EFC) lors d'un incendie), une surveillance permanente de l'isolement du circuit terminal de sécurité par rapport à la terre par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore du défaut, et ceci pendant les périodes de non-fonctionnement du consommateur de sécurité.

Dès le moment où un dispositif de surveillance de l'isolement a signalé l'existence d'un défaut à la terre (*points 5.* et *6.*), les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

Pour l'utilisation du schéma IT (*point 5.*), il est important de répondre au moins aux conditions suivantes:
- les conditions de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*) en ce qui concerne l'étendue du circuit d'utilisation;
- il est interdit d'utiliser un système triphasé avec neutre distribué.

b.2. Mesures de protection avec coupure automatique au 1er défaut à la terre

Cela exige l'utilisation de la redondance des consommateurs de sécurité (voir *section 5.6.1.*).

En ce qui concerne la redondance des consommateurs de sécurité alimentés par plusieurs circuits différents, un défaut se produisant dans un circuit ne peut pas affecter la protection contre les chocs électriques et le fonctionnement correct des autres circuits.

b.3. Autres mesures de protection

Les mesures des *points b.1.* et *b.2.* doivent être choisies de préférence. Par dérogation aux *points b.1.* et *b.2.*, il est autorisé:

1. de ne pas protéger des parties de circuits de sécurité contre un défaut à la terre à condition que:
   - ces parties soient installées dans un lieu uniquement accessible à du personnel BA4 (averti) ou BA5 (averti), et
   - ces parties soient pourvues d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur le risque, par exemple: « parties non protégées contre les défauts à la terre », et
   - ces parties soient protégées, comme il s'agissait de parties actives par des obstacles, des mesures d'éloignement ou des enveloppes conformément aux *sous-sections 4.2.2.1.* et *4.2.2.3.*

Des mesures doivent être prises pour éviter des différences de potentiel dangereuses en dehors de ce lieu.

2. L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base de l'analyse des risques des installations de sécurité d'autres mesures techniques ou organisationnelles (avec ou sans coupure automatique au 1er défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs de sécurité lors d'un 1er défaut à la terre.

Section 5.6.8. Prescriptions particulières

a. Repérages

Des repérages permettent de reconnaître les installations de sécurité. Les éléments suivants doivent être identifiés:
- les sources de sécurité non-intégrées;
- les tableaux de sécurité;
- les appareils de commande et de protection des circuits de sécurité;
- les appareils de protection exclusivement réservés aux tableaux de sécurité ou aux consommateurs de sécurité dans le tableau principal de répartition et de manœuvre basse tension;
- les appareils de commande et de protection des consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée;
- les systèmes de supports des canalisations électriques des circuits de sécurité;
- les consommateurs de sécurité.

Sont pourvus d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur les risques d'une mise hors service, par exemple: «NE PAS DECONNECTER L'INSTALLATION DE SECURITE»:
- les appareils de commande et de protection des circuits de sécurité;
- les appareils de protection exclusivement réservés aux tableaux de sécurité ou aux consommateurs de sécurité dans le tableau principal de répartition et de manœuvre basse tension;
- les appareils de commande et de protection des consommateurs de sécurité avec source de sécurité intégrée.

Les systèmes de supports en combinaison avec des canalisations électriques ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui indique leur poids admissible par mètre courant.

b. Autres prescriptions

Les matériels des installations de sécurité doivent être disposés de façon à faciliter leur manoeuvre, leur visite, leur entretien et l'accès à leurs connexions.

Les canalisations électriques des circuits de sécurité ne peuvent comporter que des conducteurs de circuits de sécurité.

Chapitre 5.7. Installations critiques (En basse tension et en très basse tension)

Section 5.7.1. Généralités

Le présent chapitre traite des prescriptions spécifiques relatives au choix et à la mise en œuvre des installations critiques.

L'exploitant ou son délégué détermine les installations critiques sur base d'une analyse des risques. Il établit la liste des installations critiques. Les mesures prises dans le cadre de l'analyse des risques des installations critiques sont mentionnées dans la liste des installations critiques. La liste et l'analyse des risques des installations critiques sont tenues à la disposition de l'organisme agréé et du fonctionnaire chargé de la surveillance. Celles-ci figurent sur un ou plusieurs plans des installations critiques. Ces plans doivent être paraphés par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe les plans pour réception lors du contrôle. La correspondance entre les plans et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agrée.

Peuvent être considérées comme installations critiques: ligne de production, local serveur, salle de contrôle, bâtiment abritant un élevage industriel d'animaux, …

Pour garantir le maintien de la fonction d'une installation critique, l'exploitant ou son délégué a toujours la possibilité, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, de prendre d'autres mesures que celles du présent chapitre et qu'il juge suffisantes. Par exemples: le signalement d'un arrêt éventuel de l'installation, des mesures organisationnelles, l'utilisation de dispositifs de protection à réenclenchement automatique (*sous-section 5.3.3.6.*), …

Il convient principalement de considérer le maintien de la fonction de ces installations en cas de défaut électrique. L'exploitant ou son délégué choisit de prendre en compte, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, la nécessité de mesures particulières en cas de perte de la source normale et/ou d'incendie.

Si nécessaire, il convient aussi de tenir compte des influences externes qui peuvent perturber le maintien de la fonction de l'installation critique. Elles sont déterminées par l'exploitant ou son délégué lors du choix et de la mise en œuvre du matériel électrique.

On entend dans le *chapitre 5.7.* par:
- redondance des consommateurs critiques: l'utilisation de plusieurs consommateurs critiques pour garantir la même fonction et dont la perte d'un ou de plusieurs des consommateurs critiques redondants n'entrave pas le but prédéterminé. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations critiques;
- redondance des canalisations électriques: l'utilisation de plusieurs canalisations électriques pour alimenter via une boucle des tableaux de répartition et de manoeuvre ou des consommateurs d'une installation critique et dont la perte d'une ou de plusieurs des canalisations électriques redondantes n'entrave pas l'alimentation des tableaux répartition et de manoeuvre ou des consommateurs. Le niveau de redondance est déterminé par l'analyse des risques des installations critiques.

Section 5.7.2. Mesures de protection à prendre

Sous-section 5.7.2.1. Généralités

Les consommateurs critiques peuvent être répartis dans un ou plusieurs tableaux de répartition et de manoeuvre (appelés dans ce livre tableaux critiques).

Il est autorisé de placer des circuits critiques dans des tableaux de sécurité, à condition de respecter les prescriptions des tableaux de sécurité reprises dans le *chapitre 5.6.* Le tableau concerné doit alors être considéré comme un tableau de sécurité.

Les tableaux principaux critiques auxquels sont connectés les consommateurs critiques ou les tableaux secondaires critiques, sont directement raccordés:

- à la source normale via le tableau principal basse tension par des appareils de protection exclusivement réservés à cette utilisation, et
- à la source éventuelle de remplacement non-intégrée via un circuit dédié.

Il est autorisé par dérogation à cette sous-section que les consommateurs critiques soient alimentés directement par la source éventuelle de remplacement non-intégrée et/ou par le tableau principal basse tension, via des circuits dédiés.

On entend par tableau principal basse tension: le tableau principal d'un bâtiment, d'une zone ou d'une installation partielle (ex.: installation extérieure).

Sous-section 5.7.2.2. En cas de perte de la source normale

L'exploitant ou son délégué détermine si nécessaire, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, les mesures sur le choix et la mise en œuvre d'une source de remplacement pour garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques. Il tient compte éventuellement de certaines mesures des installations de sécurité en ce qui concerne les mesures à prendre pour les sources de sécurité (*section 5.6.5.*): type, caractéristiques, emplacement, accessibilité, enclenchement, puissance, test ...

Si une source de remplacement non-intégrée est utilisée, les prescriptions suivantes sont toujours d'application:

1° Pour des sources d'alimentation (normal/de remplacement) qui ne sont pas conçues pour fonctionner en parallèle:
- toutes les précautions doivent être prises pour éviter la mise en parallèle des sources;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées pour chacune des sources.

2° Pour des sources d'alimentation (normal/de remplacement) qui sont conçues pour fonctionner en parallèle:
- le fonctionnement en parallèle de sources indépendantes peut exiger des dispositifs spéciaux, par exemple une protection contre le retour de puissance;
- la protection contre les courts-circuits et la protection contre les contacts indirects doivent être assurées aussi bien lorsque l'installation est alimentée séparément par l'une quelconque des deux sources que par les deux sources en parallèle;
- des précautions doivent être prises pour limiter le courant circulant dans les liaisons entre les points neutres des sources.

L'exploitant ou son délégué détermine le temps de maintien de la fonction de chaque consommateur critique sur base de l'analyse des risques des installations critiques. La liste des installations critiques spécifie le temps de maintien de la fonction pour chaque consommateur critique.

L'exploitant doit s'assurer du fonctionnement correct de la source de remplacement par le biais d'entretiens et de surveillances. Ceci comprend par exemple pour la source de remplacement non-intégrée: la disponibilité des auxiliaires de la source de remplacement, du niveau de carburant, du niveau de charge des batteries, le test de basculement sur charge au minimum une fois par an … L'exploitant doit réaliser des tests de basculement réguliers. L'exploitant doit effectuer les réparations nécessaires en cas de défaillance dans les plus brefs délais pour garantir le maintien de la fonction des installations critiques. La personne qui réalise ces entretiens et ces tests documente les interventions réalisées.

Sous-section 5.7.2.3. En cas d'incendie

L'exploitant ou son délégué détermine si nécessaire, sur base de l'analyse des risques des installations critiques, les mesures à prendre en cas d'incendie pour garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques.

Il tient compte éventuellement de certaines mesures des installations de sécurité en ce qui concerne les mesures à prendre en cas d'incendie (*section 5.6.6.*): résistance au feu de la source, des tableaux de manœuvre et de répartition, des canalisations électriques, …

Sous-section 5.7.2.4. En cas de défaut électrique

a. Généralités

Le fonctionnement correct d'un circuit critique ne peut pas être affecté par un défaut électrique dans un autre circuit. Cela exige la sélectivité entre les dispositifs de protection.

Les consommateurs critiques redondants et les canalisations électriques redondantes sont protégés par des dispositifs de protection individuels.

b. Protection contre les surcharges

La protection contre les surcharges est à prévoir pour tous les circuits critiques.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre la surcharge peut être omise:

1° si un circuit terminal critique alimente un moteur électrique d'une installation critique ne fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, et si, pour des raisons de sécurité, il est nécessaire que ce moteur puisse assurer son service même dans des conditions de défaut mécanique ou autre, à condition que:
   - soit l'apparition d'une surcharge soit surveillée;
   - soit sa canalisation électrique et son appareillage de commande et de protection puissent supporter les courants de surcharge résultant de tels défauts. Sauf indication contraire mentionnée par le constructeur de moteurs, on peut considérer que cette dernière condition est satisfaite si le courant assigné de l'appareillage de commande et de protection et le courant admissible de la canalisation électrique sont déterminés pour un courant d'emploi égal à 2 fois le courant nominal du moteur. Pour exemple: un moteur assurant la ventilation d'un bâtiment abritant un élevage industriel d'animaux.

2° pour les machines ou appareils électriques dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

c. Protection contre les courts-circuits

La protection contre les courts-circuits est à prévoir pour tous les circuits critiques.

En dérogation au 1er alinéa, la protection contre les courts-circuits peut être omise pour les machines ou appareils dont le déclenchement imprévu de leur circuit présente un danger ou un inconvénient grave (*sous-section 5.2.4.2.*). Pour exemples: circuit d'excitation des moteurs, circuit d'induit des machines à courant alternatif, circuit secondaire de transformateurs de courant, …

d. Protection contre les défauts à la terre dans les circuits critiques

d.1. Généralités

La protection contre les défauts à la terre est à prévoir pour tous les circuits critiques.

Nonobstant les mesures de protection contre les contacts indirects, le maintien de la fonction d'un consommateur critique ne peut pas être affecté par un 1er défaut à la terre dans le circuit critique terminal lors du fonctionnement sur la source normale et sur la source de remplacement non-intégrée (si d'application). Il y a lieu d'appliquer les mesures de protection du *point d.2.*

Le passage d'un schéma de mise à la terre vers un autre schéma de mise à la terre peut comporter certains risques auxquels il doit être apporté une attention particulière.

d.2. Mesures de protection à prendre

d.2.1. Mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1er défaut à la terre sont:

1. l'utilisation de matériel classe II ou de sécurité équivalant à celle des appareils de classe II (*sous-section 4.2.3.3.*);
2. l'utilisation de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*);
3. la protection rendant impossible le contact simultané entre pièces susceptibles d'être portées à des potentiels dont la différence est dangereuse (*sous-section 4.2.3.3.*);
4. l'utilisation de la TBTS ou de la TBTP (*sous-sections 4.2.3.3., 4.2.7.3., 4.2.7.4. et 4.2.7.5.*);
5. l'utilisation du schéma de mise à la terre IT sur l'ensemble ou une partie de l'installation critique (à définir dans le cadre de l'analyse des risques des installations critiques) contrôlé par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore dès le premier défaut (*sous-section 4.2.3.4.*);
6. pour des consommateurs critiques ne fonctionnant ni en permanence ni pendant de longues périodes, une surveillance permanente de l'isolement du circuit terminal critique par rapport à la terre pendant les périodes de non utilisation par un dispositif de surveillance de l'isolement avec signalement visuel ou sonore du défaut.

Dès le moment où un dispositif de surveillance de l'isolement a signalé l'existence d'un défaut à la terre (*points 5.* et *6.*), les mesures nécessaires pour la recherche et l'élimination de ce défaut sont prises.

Pour l'utilisation du schéma IT (*point 5.*), il est important de répondre au moins aux conditions suivantes:
- les conditions de la séparation de sécurité des circuits (*sous-section 4.2.3.3.*) en ce qui concerne l'étendue du circuit d'utilisation;
- il est interdit d'utiliser un système triphasé avec neutre distribué.

d.2.2. Mesures de protection avec coupure automatique au 1er défaut à la terre

Cela exige l'utilisation de la redondance des consommateurs critiques (voir *section 5.7.1.*).

En ce qui concerne la redondance des consommateurs critiques alimentés par plusieurs circuits différents, un défaut se produisant dans un circuit ne peut pas affecter la protection contre les chocs électriques et le fonctionnement correct des autres circuits.

d.2.3 Autres mesures de protection

Les mesures des *points d.2.1* et *d.2.2.* sont choisies en priorité. Par dérogation aux *points d.2.1.* et *d.2.2.*, il est autorisé:

1. de ne pas protéger des parties de circuits critiques contre un défaut à la terre à condition que:
   - ces parties soient installées dans un lieu uniquement accessible à du personnel BA4 (averti) ou BA5 (averti), et
   - ces parties soient pourvues d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur le risque, par exemple: « parties non protégées contre les défauts à la terre », et
   - ces parties soient protégées comme il s'agissait de parties actives par des obstacles, des mesures d'éloignement ou des enveloppes conformément aux *sous-sections 4.2.2.1.* et *4.2.2.3.*

   Des mesures doivent être prises pour éviter des différences de potentiel dangereuses en dehors de ce lieu.
2. L'exploitant ou son délégué peut déterminer sur base de l'analyse des risques des installations critiques d'autres mesures techniques ou organisationnelles (avec ou sans coupure automatique au 1er défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques lors d'un 1er défaut à la terre.

Sous-section 5.7.2.5. Prescriptions particulières

a. Repérages

Des repérages permettent de reconnaître les installations critiques. Les éléments suivants doivent être identifiés:

- les sources de remplacement non-intégrées;
- les tableaux critiques;
- les appareils de commande et de protection des circuits critiques;
- les consommateurs critiques.

Si des systèmes de supports en combinaison avec des canalisations électriques ayant la caractéristique FR2 ou ayant une caractéristique équivalente à FR2 sont placés, ils sont pourvus d'un repérage adéquat qui mentionne l'imposition d'y utiliser uniquement des canalisations électriques qui ont la caractéristique FR2 ou FR1 et qui indique leur poids admissible par mètre courant.

Tous les appareils de commande et de protection des circuits critiques sont pourvus d'un repérage adéquat qui attire l'attention sur les risques d'une mise hors service, par exemple: «NE PAS DECONNECTER L'INSTALLATION CRITIQUE».

b. Autres prescriptions

Les matériels des circuits critiques, y compris les canalisations électriques, doivent être disposés de façon à faciliter leur manoeuvre, leur visite, leur entretien et l'accès à leurs connexions.

Les canalisations électriques des circuits critiques ne peuvent comporter que des conducteurs de circuits critiques.

Partie 6. Contrôles des installations

CHAPITRE 6.1. INTRODUCTION 179

CHAPITRE 6.2. DOMAINE D'APPLICATION 179

CHAPITRE 6.3. ORGANISMES AGRÉÉS 179

Section 6.3.1. Objet de l'agrément 179

Section 6.3.2. Définitions 179

Section 6.3.3. Conditions d'agrément 179

Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales 179

Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier 180

Section 6.3.4. Procédure d'agrément 180

Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément 180

Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs 181

Section 6.3.7. Critères de fonctionnement 181

Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance 182

Section 6.3.9. Surveillance et sanctions 182

Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques 182

CHAPITRE 6.4. CONTRÔLE DE CONFORMITÉ AVANT MISE EN USAGE 183

Section 6.4.1. Règles générales 183

Sous-section 6.4.1.1. Généralités 183

Sous-section 6.4.1.2. En basse tension ou très basse tension 183

Sous-section 6.4.1.3. En haute tension 183

Section 6.4.2. Contrôles administratifs 183

Section 6.4.3. Contrôles visuels 183

Section 6.4.4. Contrôles par essais 183

Section 6.4.5. Contrôles par mesures 184

Sous-section 6.4.5.1. Généralités 184

Sous-section 6.4.5.2. Mesures d'isolement en basse tension et en très basse tension 184

Sous-section 6.4.5.3. Contrôle des installations de mise à la terre 184

Section 6.4.6. Rapports 185

Sous-section 6.4.6.1. Généralités 185

Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les installations électriques à basse ou très basse tension 185

Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les installations à haute tension 185

Sous-section 6.4.6.4. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion 185

Sous-section 6.4.6.5. Contenu du rapport de contrôle de conformité 185

Section 6.4.7. Cas spécifiques de contrôle de conformité avant mise en usage 185

Sous-section 6.4.7.1. Machines et appareils électriques (En basse et très basse tension) 185

Sous-section 6.4.7.2. Installation transportable, mobile ou temporaire (En basse et très basse tension) 185

Sous-section 6.4.7.3. Modification ou extension (En basse et très basse tension) 186

CHAPITRE 6.5. VISITES DE CONTRÔLE 186

Section 6.5.1. Généralités 186

Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle 187

Sous-section 6.5.2.1. En basse tension ou très basse tension 187

Sous-section 6.5.2.2. En haute tension 187

Section 6.5.3. Contrôles administratifs 187

Section 6.5.4. Contrôles visuels 187

Section 6.5.5. Contrôles par essais 187
Section 6.5.6. Contrôles par mesures 187
Sous-section 6.5.6.1. Généralités 187
Sous-section 6.5.6.2. En basse tension et en très basse tension 187
Sous-section 6.5.6.3. Contrôle des installations de mise à la terre en haute tension 187
Section 6.5.7. Rapports 188
Sous-section 6.5.7.1. Généralités 188
Sous-section 6.5.7.2. Dispositions spécifiques concernant les installations à haute tension 188
Sous-section 6.5.7.3. Contenu du rapport de visite de contrôle 188

Chapitre 6.1. Introduction

Cette partie concerne les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, les rapports à établir lors de ces contrôles ainsi que les conditions auxquelles doivent répondre les organismes agréés.

Chapitre 6.2. Domaine d'application

Les contrôles portent sur les installations électriques à basse ou très basse tension alternative ou continue et à haute tension pour le transport et la distribution de l'énergie électrique gérées par les gestionnaires de réseaux, ainsi qu'à leurs installations auxiliaires.

En ce qui concerne les contrôles des lignes aériennes, des prescriptions spécifiques sont reprises au *chapitre 7.1.*

Chapitre 6.3. Organismes agréés

Section 6.3.1. Objet de l'agrément

Des organismes sont agréés par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions, pour l'exécution:
- des contrôles de conformité avant la mise en usage et des visites de contrôle des installations électriques tels que prévus aux *chapitres 6.4.* et *6.5.*;
- et des contrôles des installations électriques tels que prévus au chapitre V du livre III, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail,

et ce conformément aux dispositions du présent chapitre.

Section 6.3.2. Définitions

Dirigeant technique: une personne désignée au sein de l'organisme agréé qui est chargée de la direction technique de l'organisme agréé;

Déclaration d'habilitation: déclaration écrite de l'organisme agréé par laquelle il reconnaît à un agent-visiteur son aptitude à effectuer dans un ou plusieurs domaines d'activités spécifiés, de façon autonome, des contrôles de conformité avant la mise en usage et/ou des visites de contrôle;

Ministre: le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions;

Administration: la Direction générale de l'Energie du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie;

Commission: la Commission d'Avis et de Surveillance prévue à la *section 6.3.8.*;

Autorités de surveillance: les autorités visées au *point a.* de la *section 6.3.9.*

Section 6.3.3. Conditions d'agrément

Sous-section 6.3.3.1. Conditions générales

a. L'organisme agréé doit:
   - avoir la personnalité juridique sous la forme d'une association sans but lucratif;
   - être accrédité conformément aux critères de la norme NBN EN ISO/IEC 17020 par le système belge d'accréditation créé par le Code Economique, en son Livre VIII, Titre 2, *Accréditation des organismes d'évaluation de la conformité* ou par un organisme d'accréditation équivalent au sein de l'Espace économique européen. Cette accréditation vise à établir les connaissances de la réglementation belge applicable aux installations électriques;
   - répondre en tant qu'organisme de contrôle de type A aux exigences y applicables selon la norme NBN EN ISO/IEC 17020.

b. Le dirigeant technique:
   - est porteur soit d'un diplôme d'ingénieur civil ou industriel soit d'un diplôme de master en sciences de l'ingénieur ou sciences industrielles délivré par un établissement d'enseignement supérieur belge ou d'un diplôme étranger reconnu équivalent à ceux-ci conformément à la réglementation applicable en la matière;
   - dispose d'une expérience professionnelle et scientifique adéquate pour pouvoir diriger l'organisme agréé avec la compétence nécessaire.

c. Le dirigeant technique et les agents-visiteurs doivent être attachés à l'organisme agréé au moyen d'un contrat de travail à durée indéterminée.

Sous-section 6.3.3.2. Cas particulier

a. Les services de contrôle intégrés dans un service public ou dans une personne morale de droit public, qui ne sont pas constitués sous la forme d'une association sans but lucratif, doivent satisfaire aux conditions d'agrément aux *points a.*, 2e tiret et *b.* à *c.* de la *sous-section 6.3.3.1.*

b. Pour les services de contrôle intégrés dans un service public, la condition d'agrément du *point c.* de la *sous-section 6.3.3.1.* n'est pas d'application.

Section 6.3.4. Procédure d'agrément

a. La demande d'agrément est adressée à l'Administration par envoi recommandé. Elle se rapporte à l'un ou plusieurs des domaines d'activité repris ci-après:
   - installations domestiques à basse et à très basse tension visées dans le Livre 1;
   - installations dans les zones avec risques d'explosion visées dans les Livres 1, 2 et 3;
   - installations à basse et à très basse tension non précisées dans les domaines précités visées dans les Livres 2 et 3;
   - installations à haute tension (à l'exclusion des lignes aériennes à haute tension) visées dans les Livres 2 et 3;
   - lignes aériennes à haute tension (à l'exclusion du contrôle par thermographie visé à la *sous-section 7.1.7.4.* du Livre 3) visées dans le Livre 3;
   - contrôle par thermographie des lignes aériennes à haute tension, visé à la *sous-section 7.1.7.4* du Livre 3.

b. La demande est accompagnée des documents suivants:
   1. la copie du diplôme du dirigeant technique;
   2. le curriculum vitae du dirigeant technique;
   3. la copie des statuts de l'organisme;
   4. la copie du certificat d'accréditation et le domaine d'accréditation couvert;
   5. une déclaration attestant que la responsabilité civile de l'organisme sera couverte par un contrat d'assurance. Après l'octroi de l'agrément, et avant le début des activités de contrôle, la pièce justificative prouvant cette couverture est à présenter à l'administration;
   6. la liste des agents-visiteurs avec indication de leurs domaines d'activité repris au *point a.*

c. Pour évaluer si l'organisme dispose de la compétence nécessaire pour l'exécution des contrôles pour lesquels un agrément est demandé, l'administration peut faire effectuer des audits par ses experts.

d. La demande d'agrément est examinée par l'administration qui émet un avis dans les soixante jours:
   - en cas d'avis favorable, information en est donnée au demandeur et le dossier est transmis à la Commission;
   - en cas d'avis défavorable, notification motivée par lettre recommandée en est faite au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire auprès de l'administration par lettre recommandée une demande motivée de réexamen. Si dans ce délai un réexamen n'a pas été demandé, le dossier est considéré comme clôturé. Dans le cas contraire, le dossier est transmis à la Commission.

   La Commission émet son avis dans les soixante jours de la réception du dossier. Passé ce délai, la Commission est réputée s'être ralliée à l'avis de l'administration.

e. En cas d'avis favorable de la Commission, l'administration soumet la proposition d'agrément dans les trente jours, pour décision, au Ministre.

f. En cas d'avis défavorable de la Commission, notification motivée par lettre recommandée en est faite dans les trente jours au demandeur qui dispose de trente jours pour introduire une demande de nouvel examen auprès du Ministre par lettre recommandée.
   L'administration émet son avis sur ledit recours et adresse le dossier dans les soixante jours pour décision au Ministre.

g. La durée de l'agrément est limitée à cinq ans. Il est renouvelable conformément à la *section 6.3.5.*

Section 6.3.5. Renouvellement de l'agrément

La demande de renouvellement de l'agrément est adressée à l'administration par envoi recommandé au moins six mois avant l'échéance de la durée de validité de l'agrément. Elle précise le domaine d'activité et est accompagnée de la liste des agents-visiteurs habilités.

La procédure reprise aux *points c.*, *d.*, *e.*, *f. et g.* de la *section 6.3.4.* lui est applicable.

Section 6.3.6. Déclaration d'habilitation d'agents-visiteurs

a. L'organisme agréé adresse à l'administration la déclaration d'habilitation de tout nouvel agent-visiteur ainsi que lors de l'extension du domaine d'activité d'un agent-visiteur en place.
b. Pour les nouveaux agents-visiteurs, la déclaration est accompagnée des documents suivants:
   - la copie de leur diplôme final;
   - leur curriculum vitae;
   - la copie du contrat d'engagement (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public).
c. L'administration peut demander que l'agent-visiteur apporte la preuve qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s) quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée. L'administration se réserve le droit de faire passer une évaluation écrite ou orale à l'agent-visiteur pour juger qu'il possède la connaissance des prescriptions réglementaires dans le(s) domaine(s) d'activité pour le(s)quel(s) une déclaration d'habilitation a été déposée.
d. En cas d'appréciation défavorable de l'agent-visiteur visé au *point c* ci-avant, notification de suspension de la déclaration en est faite à l'organisme agréé dans les trente jours par l'administration. L'organisme agréé ne peut réintroduire une nouvelle déclaration d'habilitation de ce candidat qu'après un délai de nonante jours.
e. Si les fonctionnaires et les agents chargés de la surveillance constatent qu'un agent-visiteur n'effectue pas les contrôles suivant les prescriptions du présent Livre, l'administration peut intervenir auprès de l'organisme agréé afin de prendre des mesures correctives nécessaires.

Section 6.3.7. Critères de fonctionnement

a. Les organismes agréés sont tenus de faire parvenir à l'administration les informations suivantes:
   1. toute modification aux statuts (sauf pour les services de contrôle intégrés dans un service public);
   2. tout remplacement du dirigeant technique, accompagné des documents visés aux *points b.1.* et *b.2.* de la *section 6.3.4.*;
   3. toute modification ou retrait du certificat d'accréditation.

   Ces éléments sont à fournir dans les sept jours de leur réalisation.
b. Les organismes agréés sont tenus de présenter annuellement à la Commission, au plus tard le 1er avril, la liste des agents-visiteurs avec indication de leur qualification suivant les domaines d'activité repris au *point a.* de la *section 6.3.4.* ainsi qu'un rapport détaillé relatif:
   - à leurs activités de contrôle, notamment au nombre total de contrôles effectués par domaine d'activité;
   - à leurs activités de formation et d'information;
   - à toute modification qui serait apportée tant à l'organisation interne de l'organisme qu'à leurs activités extérieures;
   - aux plaintes enregistrées dans le domaine technique;
   - au fonctionnement et à la composition des organes de direction et de gestion des organismes, de même que sur les décisions prises en leur sein dans le domaine du Bien-être au travail au cours de l'année écoulée, ainsi que sur les suites données aux avis et suggestions émis par la Commission dans l'exercice de sa mission.
c. Les organismes agréés sont tenus:
   - d'autoriser le libre accès aux fonctionnaires et agents des autorités chargés de la surveillance;
   - de mettre à la disposition de ces fonctionnaires et agents, tous les documents et données leur permettant de juger sur le fonctionnement de l'organisme;
   - sur demande, de confier à ces fonctionnaires et agents, ces documents ou une copie de ces documents.
   - pour le contrôle des installations domestiques à basse tension et à très basse tension qu'ils contrôlent et qui sont déclarées conformes aux prescriptions du présent Livre, de tenir une base de données reprenant les éléments suivants:
     1. l'adresse de l'installation faisant l'objet de la visite ainsi que le type de locaux qu'elle dessert : unité d'habitation (maison, appartement, autres...), unité de travail domestique, parties communes d'un ensemble résidentiel;
     2. les nom, prénom et adresse du propriétaire de l'installation électrique contrôlée;
     3. la date et la nature du contrôle effectué (conformité, périodique, renforcement de la puissance de raccordement, transfert de propriété);
     4. le code EAN permettant d'identifier de manière univoque chaque installation.

     Ces données sont à conserver pendant une période d'au moins 30 ans.

d. Les autorités de surveillance peuvent consulter les contrats passés entre les organismes et leurs clients et les éventuels sous-traitants.
e. L'organisme agréé est tenu, pour les contrôles de conformité avant la mise en usage et les visites de contrôles, de respecter les instructions écrites données par le Service fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et par le Service fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions et ce chacun pour ce qui le concerne.

Section 6.3.8. Commission d'Avis et de Surveillance

a. Une Commission d'Avis et de Surveillance est instituée auprès du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions, et a pour mission:
   - d'émettre un avis conformément aux dispositions du *point d.* de la *section 6.3.4.* et du *point d.* de la *section 6.3.9.*;
   - de formuler des avis et propositions sur le fonctionnement des organismes agréés;
   - de surveiller les activités des organismes agréés dans le cadre du présent chapitre.
b. La Commission comprend neuf membres et autant de membres suppléants, et est composée comme suit:
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des employeurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des organisations les plus représentatives des travailleurs au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail;
   - trois délégués des autorités de surveillance, dont deux du Service public fédéral ayant l'Energie dans ses attributions et un du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.
c. Les délégués des autorités de surveillance et leurs suppléants sont nommés par les Ministres concernés; ceux des organisations représentées au Conseil supérieur pour la Prévention et la Protection au travail, par le Ministre ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions.
d. La présidence et le secrétariat de la Commission sont assurés par l'administration.

Section 6.3.9. Surveillance et sanctions

a. La surveillance des organismes agréés, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, est exercée par les fonctionnaires et agents de l'administration.
   Les constatations, en ce qui concerne l'observation des prescriptions du présent chapitre, faites par les fonctionnaires et agents du Service public fédéral ayant le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans ses attributions, lors de la surveillance exercée dans le cadre du bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail, sont transmises à l'administration.
b. Si l'administration constate que l'organisme agréé ne remplit plus une des conditions de *la sous-section 6.3.3.1.* ou ne respecte pas une des obligations de la *section 6.3.7.*, ou si, en cas de récidive, il est constaté que les agents-visiteurs n'effectuent pas les contrôles selon les prescriptions du présent Livre, elle fixe un délai qui ne peut pas dépasser trois mois dans lequel l'organisme doit se mettre en règle. Notification en est faite à la Commission.
c. Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point b.*, l'administration fixe un nouveau délai qui ne peut pas dépasser six mois durant lequel l'agrément de l'organisme est provisoirement suspendu et dans lequel l'organisme a encore la possibilité de se mettre en ordre. Notification en est faite à la Commission (suspension et mise en ordre).
d. Si l'organisme ne s'est pas mis en règle à l'expiration du délai visé au *point c.*, notification en est faite à la Commission pour émettre un avis au Ministre. Le Ministre peut retirer l'agrément de l'organisme sur proposition de la Commission. Notification en est faite à l'organisme après décision du Ministre.
e. L'agrément est retiré d'office lors de la cessation ou de la cession des activités de l'organisme agréé.

Section 6.3.10. Installations électriques des services publiques

a. Les autorités fédérales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire, par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.
b. Les autorités régionales peuvent faire contrôler les installations électriques dont elles sont propriétaire, gestionnaire ou locataire par leurs propres services de contrôle ou par le service de contrôle du Service Public Fédéral ayant la Régie des Bâtiments dans ses attributions.
c. Le Ministère de la Défense peut faire contrôler les installations électriques dont il est propriétaire, gestionnaire ou locataire par son propre service de contrôle.

d. Les Chemins de fer Belges peuvent faire contrôler les installations électriques dont ils sont propriétaire ou gestionnaire par leur propre service de contrôle.

Chapitre 6.4. Contrôle de conformité avant mise en usage

Section 6.4.1. Règles générales

Sous-section 6.4.1.1. Généralités

Les contrôles de conformité sont exécutés sur place, soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de les faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3.*

Le contrôle de conformité des installations électriques doit être réalisé hors tension et comprend:
- les contrôles administratifs;
- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Pour les installations à basse et à très basse tension des gestionnaires de réseaux publics, les contrôles de conformité peuvent être exécutés sur place par un délégué du gestionnaire du réseau public chargé du contrôle. Lors d'un contrôle de conformité, les missions (contrôle et rapport) du délégué du gestionnaire du réseau public sont identiques à celles d'un organisme agréé ou d'une autorité habilitée.

Sous-section 6.4.1.2. En basse tension ou très basse tension

Toute installation à basse tension ou très basse tension telle que définie dans les *parties 1. et 2.* du présent Livre, même celle alimentée par une installation privée comme les groupes électrogènes fixes, transportables ou mobiles, excepté toutefois:
- les lignes aériennes et les canalisations électriques souterraines pour la distribution d'électricité et pour l'éclairage public gérées par les gestionnaires du réseau public;
- les installations à très basse tension continue alimentées exclusivement par des piles, accumulateurs, batteries d'accumulateurs qui ne sont pas visées au *chapitre 7.5.*, cellules photovoltaïques ou autres sources similaires.

fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de l'installation.

Sous-section 6.4.1.3. En haute tension

Toute installation à haute tension, même celle alimentée par une installation privée, fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de cette installation ou de toute modification importante ou d'une extension importante de l'installation électrique existante.

Section 6.4.2. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.4.3. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.4.4. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.4.5. Contrôles par mesures

Sous-section 6.4.5.1. Généralités

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles complémentaires par mesures.

Sous-section 6.4.5.2. Mesures d'isolement en basse tension et en très basse tension

La valeur de la résistance d'isolement en ohm entre les parties actives prises deux à deux, de même qu'entre les parties actives et la terre, mesurée sous les tensions de test, décrites dans le *tableau 6.1.*, est pour chaque circuit, les appareils d'utilisation étant déconnectés, au moins égale à 1000 fois la valeur en V de la tension de test précitée.

Les mesures sont effectuées en courant continu et les appareils d'essai doivent être capables de fournir la tension d'essai spécifiée dans le tableau mentionné ci-dessous avec un courant de 1 mA à 5 mA.

Les mesures sont effectuées par l'organisme, agréé suivant le *chapitre 6.3.*, et concernent la résistance d'isolement entre chacune des parties actives et la terre. Il est permis de ne pas effecteur les mesures:

- sur les installations de mesure et de contrôle;
- sur les installations à très basse tension.

Tableau 6.1. Valeurs minimales de la résistance d'isolement

Tension nominale du circuit (V)	Tension d'essai en courant continu (V)	Résistance d'isolement kΩ
Très basse tension lorsque le circuit est alimenté par un transformateur de sécurité	250	250
Tension ≤ 500 V à l'exception des cas ci-dessus	500	500
500 V < Tension ≤ 1000 V	1000	1000

Sous-section 6.4.5.3. Contrôle des installations de mise à la terre

1. **Mesures de la résistance de dispersion des prises de terre en basse tension et en très basse tension**

Lors des contrôles de conformité avant mise en usage, la résistance de dispersion des prises de terre de l'installation électrique concernée est mesurée.

2. Contrôle des installations de mise à la terre en haute tension

Le contrôle des installations de mise à la terre vise la vérification de:
- l'intégrité de l'installation de mise à la terre locale;
- la continuité des mises à la terre.

Le contrôle s'effectue par la mesure d'une ou des grandeurs suivantes:
- la résistance de terre R_E;
- l'impédance de boucle Z_{EB};
- l'impédance de terre Z_E.

Remarques
- L'impédance de boucle Z_{EB} d'une prise de terre constitue une estimation de la résistance de terre R_E dans la mesure où l'impédance de l'ensemble des autres prises de terre de l'installation ou du réseau, vue depuis le point de mesure, présente une valeur nettement plus faible.
- La mesure de l'impédance de boucle constitue aussi un test de continuité locale de l'interconnexion des terres.
- L'impédance de terre Z_E de l'installation est le paramètre principal assurant la protection active contre les chocs électriques. Elle peut être mesurée par la même méthode que celle utilisée pour déterminer la valeur initiale de R_E.
- Toutes les valeurs d'impédance sont exprimées en module.

Lors du contrôle de conformité, la résistance de terre R_E est mesurée.

Section 6.4.6. Rapports

Sous-section 6.4.6.1. Généralités

Après le contrôle de conformité, un rapport est établi conformément à la *sous-section 6.4.6.5.* Ledit rapport de contrôle de conformité est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ledit contrôle de conformité.

Le rapport de contrôle de conformité doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de contrôle de conformité est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Sous-section 6.4.6.2. Dispositions spécifiques concernant les installations électriques à basse ou très basse tension

Avant de procéder à la mise à disposition de la puissance d'une nouvelle installation électrique à basse ou très basse tension alternative ou continue, la personne qui met à disposition l'alimentation, s'assure de la présence du rapport dans lequel la conformité aux prescriptions du présent Livre est confirmée.

Sous-section 6.4.6.3. Dispositions spécifiques concernant les installations à haute tension

Avant de procéder à la mise à disposition de la puissance d'une nouvelle installation électrique à haute tension au départ d'un réseau d'électricité à haute tension géré par un gestionnaire de réseau, le gestionnaire de réseau ou la personne qu'il a mandatée à cet effet, s'assure de la présence du rapport dans lequel la conformité aux prescriptions du présent Livre est confirmée.

L'organisme agréé ou l'autorité habilitée qui effectue le contrôle, inscrit ses constatations dans un registre spécial qui est tenu à cet effet et présenté à toute réquisition du fonctionnaire chargé du contrôle ou de la surveillance.

Sous-section 6.4.6.4. Dispositions spécifiques concernant les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion

Des dispositions spécifiques pour les rapports des installations dans les zones à risques d'explosion sont définies au *chapitre 7.3.*

Sous-section 6.4.6.5. Contenu du rapport de contrôle de conformité

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Section 6.4.7. Cas spécifiques de contrôle de conformité avant mise en usage

Sous-section 6.4.7.1. Machines et appareils électriques (En basse et très basse tension)

Les machines et appareils électriques sont soumis à un contrôle de conformité avant la mise en usage qui porte uniquement sur le choix, l'installation et l'assemblage corrects sur place.

Sous-section 6.4.7.2. Installation transportable, mobile ou temporaire (En basse et très basse tension)

On distingue deux catégories d'installation transportable, mobile ou temporaire:

1° L'installation transportable, mobile ou temporaire à composition variable, c.à.d. composée d'éléments individuels (groupes électrogènes, tableaux, câbles, …). Elle fait l'objet d'un contrôle de conformité avant chaque mise en usage aux prescriptions du présent Livre. Ce contrôle comprend aussi les éventuels éléments de raccordement au réseau. Pour les machines et appareils électriques (groupes électrogènes, …) qui font partie d'une installation transportable, mobile ou temporaire, le contrôle de conformité avant chaque mise en usage porte uniquement sur le choix, l'installation et l'assemblage correct sur place. Pour des raisons impératives d'exploitation, il est autorisé que le contrôle de conformité avant la mise en usage ne soit pas réalisée pour autant que:
   - le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique ait pris toutes les mesures pour éviter tout danger pour les personnes et les biens; et

- ladite mise en usage et l'utilisation se font sous l'entière responsabilité du propriétaire, gestionnaire ou exploitant; et
- la durée d'exploitation de l'installation électrique ne dépasse pas 48 heures (maximum 2 jours).

2° L'installation transportable, mobile ou temporaire à composition fixe, c.à.d. un ensemble unique autonome (petit générateur maniable avec prises de courant, générateur monté sur un véhicule, cabine de chantier, …). Elle fait seulement l'objet d'un contrôle de conformité avant la mise en usage lors de la première utilisation de l'installation aux prescriptions du présent Livre.

Pour les groupes électrogènes ou lorsque le point d'alimentation au réseau de l'installation transportable, mobile ou temporaire n'est pas pourvu d'un raccordement de mise à la terre, la prise de terre locale éventuellement à réaliser dans le cadre de la protection contre les chocs électriques par contacts indirects, fera l'objet d'un contrôle de conformité.

Sous-section 6.4.7.3. Modification ou extension (En basse et très basse tension)

Toute modification importante ou extension importante d'une installation fait l'objet d'un contrôle de conformité aux prescriptions du présent Livre avant la mise en usage de la dite modification ou extension. Ce contrôle de conformité est limité à la partie ajoutée ou modifiée de l'installation.

Dans le cas d'une modification non importante ou extension non importante et qui ne nécessite pas un contrôle de conformité avant mise en usage, le chargé de l'installation complète les plans schématiques visés à la *section 3.1.2.* permettant à l'organisme agréé d'en vérifier la conformité lors de la prochaine visite de contrôle.

Toute modification ou extension ayant un impact sur la partie non modifiée doit être mentionnée dans le rapport de contrôle. Cette partie non modifiée doit faire l'objet d'un contrôle de conformité en ce qui concerne les caractéristiques modifiées.

Pour des raisons impératives d'exploitation, il est accepté qu'il soit procédé au contrôle de conformité après la mise en usage pour autant que le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique, ait pris toutes les mesures pour éviter tout danger pour les personnes et les biens. Ladite mise en usage se fait sous l'entière responsabilité du propriétaire, gestionnaire ou exploitant. Il lui appartient de veiller à ce que le contrôle de conformité soit réalisé dans un délai de 30 jours après la mise en usage de la partie ajoutée ou modifiée.

Chapitre 6.5. Visites de contrôle

Section 6.5.1. Généralités

Toute installation telle que définie au *chapitre 6.4.*, fait l'objet d'une visite de contrôle sur place soit par un organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ou chargée de la faire selon les prescriptions du *chapitre 6.3.*

La visite de contrôle porte sur le maintien de la conformité aux prescriptions du présent Livre.

La visite de contrôle comprend:
- les contrôles administratifs;
- les contrôles visuels;
- les contrôles par essais;
- les contrôles par mesures.

Pour les installations à basse et à très basse tension des gestionnaires de réseaux publics, les visites de contrôle peuvent être exécutées sur place par un délégué du gestionnaire du réseau public chargé du contrôle. Lors d'une visite de contrôle, les missions (contrôle et rapport) du délégué du gestionnaire du réseau public sont identiques à celles d'un organisme agréé.

Pour les installations à basse ou très basse tension : En ce qui concerne les lignes aériennes et les canalisations électriques souterraines pour la distribution d'électricité et pour l'éclairage public, gérées par les gestionnaires du réseau public, le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut soumettre tout ou partie desdites lignes à l'obligation de faire l'objet d'une visite de contrôle par un organisme agréé, et ce, aux conditions qu'il détermine après consultation des gestionnaires du réseau public concernés.

Section 6.5.2. Périodicité des visites de contrôle

Sous-section 6.5.2.1. En basse tension ou très basse tension

Après le contrôle de conformité, toute installation électrique fait l'objet de visites de contrôle en respectant au moins les périodicités spécifiques suivantes:
- annuellement pour les installations électriques transportables, mobiles ou temporaires telles que définies à la *sous-section 2.2.1.1.*;
- annuellement pour les installations électriques des zones dangereuses explosibles telles que définies au *chapitre 7.3.*;
- tous les 5 ans pour les autres installations électriques.

Sous-section 6.5.2.2. En haute tension

Après le contrôle de conformité, toute installation électrique, même celle alimentée par une installation privée, fait l'objet de visites de contrôle annuelles.

Section 6.5.3. Contrôles administratifs

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles administratifs.

Section 6.5.4. Contrôles visuels

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles visuels.

Section 6.5.5. Contrôles par essais

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par essais.

Section 6.5.6. Contrôles par mesures

Sous-section 6.5.6.1. Généralités

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, le contenu des contrôles par mesures.

Sous-section 6.5.6.2. En basse tension et en très basse tension

Les visites de contrôle comprennent au moins les mesures définies à la *section 6.4.5.* relatives à la basse tension et à la très basse tension. Pour les installations des zones dangereuses explosibles, il est permis d'effectuer la mesure de la résistance d'isolement tous les 5 ans.

Sous-section 6.5.6.3. Contrôle des installations de mise à la terre en haute tension

Le contrôle des installations de mise à la terre vise la vérification de:
- l'intégrité de l'installation de mise à la terre locale;
- la continuité des mises à la terre.

Le contrôle s'effectue par la mesure d'une ou des grandeurs suivantes:
- la résistance de terre R_E;
- l'impédance de boucle Z_{EB};
- l'impédance de terre Z_E;

Remarques
- L'impédance de boucle Z_{EB} d'une prise de terre constitue une estimation de la résistance de terre R_E dans la mesure où l'impédance de l'ensemble des autres prises de terre de l'installation ou du réseau, vue depuis le point de mesure, présente une valeur nettement plus faible.
- La mesure de l'impédance de boucle constitue aussi un test de continuité locale de l'interconnexion des terres.
- L'impédance de terre Z_E de l'installation est le paramètre principal assurant la protection active contre les chocs électriques. Elle peut être mesurée par la même méthode que celle utilisée pour déterminer la valeur initiale de R_E.
- Toutes les valeurs d'impédance sont exprimées en module.

Lors de la première visite de contrôle, l'impédance de terre Z_E est mesurée. Le résultat de la mesure est satisfaisant si Z_E reste inférieure à la valeur maximale autorisée de R_E.

Si la valeur de Z_E est inférieure à 1 Ω, et pour autant qu'il existe une liaison avec d'autres installations de mise à la terre, il y a lieu, lors des visites de contrôles ultérieures, de réaliser une mesure de l'impédance de boucle Z_{EB}. Cette mesure peut être effectuée avec ou sans déconnexion du conducteur de terre.

La valeur de Z_{EB} doit être supérieure à Z_E et inférieure à la plus grande des deux limites:
- valeur initiale de R_E + 1 Ω; ou
- valeur initiale de R_E + 50 %.

En cas de dépassement, il y a lieu de mesurer à nouveau R_E et de vérifier la continuité de mise à la terre par la mesure de Z_{EB}.

Si la valeur de Z_E est supérieure ou égale à 1 Ω, il y a lieu de mesurer R_E. Lors des visites de contrôles ultérieures, la procédure est répétée.

Section 6.5.7. Rapports

Sous-section 6.5.7.1. Généralités

Après la visite de contrôle, un rapport est établi conformément à la *sous-section 6.5.7.3.* Ledit rapport de visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Sous-section 6.5.7.2. Dispositions spécifiques concernant les installations à haute tension

L'organisme agréé ou l'autorité habilitée qui effectue le contrôle, inscrit ses constatations dans un registre spécial qui est tenu à cet effet et présenté à toute réquisition du fonctionnaire chargé du contrôle ou de la surveillance.

Sous-section 6.5.7.3. Contenu du rapport de visite de contrôle

Les dispositions sont fixées, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, par les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions.

Partie 7. Règles pour les installations et emplacements spéciaux

CHAPITRE 7.1. LIGNES AÉRIENNES 191
Section 7.1.1. Domaine d'application 191
Section 7.1.2. Termes et définitions 191
Sous-section 7.1.2.1. Catégories de lignes 191
Sous-section 7.1.2.2. Termes spécifiques 191
Sous-section 7.1.2.3. Classification des conducteurs 191
Section 7.1.3. Protection contre les chocs électriques par contact direct 191
Sous-section 7.1.3.1. Principe 191
Sous-section 7.1.3.2. Protection complète par isolation ne nécessitant pas de protection complémentaire 192
Sous-section 7.1.3.3. Protection par isolation avec mesures d'éloignement ou de protection mécanique complémentaire 192
Sous-section 7.1.3.4. Inaccessibilité – Escalade des supports 192
Sous-section 7.1.3.5. Principe de la protection par éloignement 193
Sous-section 7.1.3.6. Distances minimales d'éloignement pour les divers types de lignes 193
Section 7.1.4. Protection contre les chocs électriques par contact indirect 196
Sous-section 7.1.4.1. Généralités 196
Sous-section 7.1.4.2. Prescriptions relatives aux haubans et fils de descente 196
Section 7.1.5. Protection électrique contre les surintensités 197
Sous-section 7.1.5.1. Réseaux de distribution et de transport 197
Sous-section 7.1.5.2. Branchements des utilisateurs de réseau 197
Section 7.1.6. Choix et mise en œuvre du matériel 197
Sous-section 7.1.6.1. Eléments constitutifs d'une ligne 197
Sous-section 7.1.6.2. Résistance mécanique des conducteurs, des jonctions et des pièces de fixation 197
Sous-section 7.1.6.3. Résistance mécanique des supports, des jonctions et pièces de fixation 198
Sous-section 7.1.6.4. Résistance mécanique et qualité diélectrique des isolateurs ou des chaînes d'isolateurs 204
Sous-section 7.1.6.5. Voisinage avec d'autres canalisations 208
Sous-section 7.1.6.6. Voisinage avec d'autres objets 212
Sous-section 7.1.6.7. Voisinage avec des lignes de télécommunication 213
Sous-section 7.1.6.8. Voisinage avec des voiries ou voies 216
Sous-section 7.1.6.9. Traversées de mur en basse tension 216
Sous-section 7.1.6.10. Mises à la terre en haute tension 216
Section 7.1.7. Contrôle des installations 217
Sous-section 7.1.7.1. Généralités 217
Sous-section 7.1.7.2. Contrôle de conformité avant mise en usage 217
Sous-section 7.1.7.3. Visites de contrôle 217
Sous-section 7.1.7.4. Visite de contrôle par thermographie infrarouge de certaines lignes aériennes à haute tension 217
Section 7.1.8. Panneaux de signalisation en haute tension 218
Sous-section 7.1.8.1. Panneaux d'interdiction 218
Sous-section 7.1.8.2. Numérotation des supports 218
CHAPITRE 7.2. INSTALLATIONS DE CHANTIERS ET INSTALLATIONS EXTÉRIEURES À BASSE TENSION ET À TRÈS BASSE TENSION 219
Section 7.2.1. Domaine d'application 219
Section 7.2.2. Protection contre les chocs électriques 219

Sous-section 7.2.2.1. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation 219
Sous-section 7.2.2.2. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par la très basse tension de sécurité 219
Section 7.2.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques 219
Sous-section 7.2.3.1. Conditions d'influences externes 219
Sous-section 7.2.3.2. Canalisations électriques 219
Sous-section 7.2.3.3. Matériel électrique 219
CHAPITRE 7.3. PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'EXPLOSION EN ATMOSPHÈRE EXPLOSIVE ... 222
CHAPITRE 7.4. ENCEINTES CONDUCTRICES 223
CHAPITRE 7.5. BATTERIES D'ACCUMULATEURS INDUSTRIELS 224

Chapitre 7.1. Lignes aériennes

Section 7.1.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce chapitre *7.1.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions particulières du présent chapitre s'appliquent aux lignes aériennes à basse et à haute tension.

Section 7.1.2. Termes et définitions

Sous-section 7.1.2.1. Catégories de lignes

En respectant les domaines de tension définis aux sections *2.3.2.* et *2.3.3.*, on distingue quatre catégories de lignes, dont deux pour la très basse et basse tension et deux pour la haute tension, à savoir :

- les lignes à très basse ou basse tension dite à basse tension de 1ère catégorie dont la tension nominale entre phases est au plus égale à 500 V en courant alternatif et à 750 V en courant continu;
- les lignes à basse tension de 2ème catégorie dont la tension nominale entre phases est supérieure à 500 V en courant alternatif et à 750 V en courant continu;
- les lignes à haute tension de 1ère catégorie dont la tension nominale entre phases est au plus égale à 50 kV en courant alternatif;
- les lignes à haute tension de 2ème catégorie dont la tension nominale entre phases est supérieure à 50 kV en courant alternatif.

Sous-section 7.1.2.2. Termes spécifiques

Chaîne d'isolateurs: assemblage en série de plusieurs isolateurs.

Dispositif de garde: un dispositif placé à une extrémité d'une chaîne d'isolateurs et constitué d'une ou plusieurs pièces métalliques permettant à un arc éventuel contournant la chaîne de se localiser sur elles; ces pièces évitent donc à l'arc de longer la chaîne et servent à limiter la détérioration due à la chaleur dégagée.

Conducteur de garde: conducteur placé à la partie supérieure des supports et destiné à assurer une protection de la ligne contre les coups de foudre directs.

Conducteur de terre: conducteur de protection reliant la borne principale de terre à une prise de terre. Exceptionnellement, dans ce chapitre, par extension est considéré également comme conducteur de terre, le conducteur de protection assurant l'interconnexion des différents supports en vue de leur mise à la terre.

Sous-section 7.1.2.3. Classification des conducteurs

Sont dénommés dans ce chapitre «câbles protégés», les conducteurs protégés contre les chocs électriques par contacts directs au moyen d'une isolation conformément aux prescriptions des *sous-sections 7.1.3.2.* ou *7.1.3.3.*

Tous les autres conducteurs, même s'ils sont revêtus d'un isolant, sont appelés «conducteurs nus ou assimilés».

Section 7.1.3. Protection contre les chocs électriques par contact direct

Sous-section 7.1.3.1. Principe

La protection des canalisations électriques contre les contacts directs est assurée électriquement et mécaniquement.

La protection électrique contre les contacts directs est réalisée par les mesures suivantes:

- soit par protection complète par isolation;
- soit par protection par éloignement, complétée dans certains cas en avertissant du danger par des panneaux d'interdiction et en rendant difficile l'escalade des supports.

La protection mécanique contre les chocs électriques par contacts directs est réalisée par la constitution de la canalisation électrique elle-même ou par une protection complémentaire.

Sous-section 7.1.3.2. Protection complète par isolation ne nécessitant pas de protection complémentaire

a. En basse tension

Si les lignes à basse tension sont constituées de câbles armés munis d'un circuit de protection mis à la terre, aucune protection mécanique supplémentaire n'est nécessaire.

b. En haute tension

Si les lignes aériennes à haute tension sont constituées de câbles munis d'une armure réalisée conformément aux règles de l'art, une protection complète contre les contacts directs est assurée pour autant que, en plus, la coordination entre les dispositifs de protection et les sections du circuit de protection soit telle que les canalisations électriques soient suffisamment protégées contre les avaries que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit.

Sous-section 7.1.3.3. Protection par isolation avec mesures d'éloignement ou de protection mécanique complémentaire

a. En basse tension

La protection électrique contre les chocs électriques par contacts directs est assurée par l'isolation si les conducteurs des lignes aériennes sont au moins du type CIFVB, VIFB, BXB ou BAXB.

La protection mécanique des conducteurs ou des câbles est assurée au moyen d'un protège-câble en matériaux durables et résistants à tous les endroits où ils risquent d'être détériorés et notamment jusqu'à 2,5 m au-dessus du niveau du sol.

b. En haute tension

Si les lignes aériennes à haute tension de 1ère catégorie sont constituées de câbles munis d'un circuit de protection électrique mis à la terre, réalisé conformément aux règles de l'art, une protection contre les contacts directs est assurée de ce fait si, en outre, la coordination entre les dispositifs de protection et les sections du circuit de protection est telle que les canalisations électriques soient suffisamment protégées contre les effets que pourraient leur occasionner un défaut de terre ou un court-circuit.

L'utilisation de tels câbles est subordonnée à la réalisation d'une protection contre les contacts directs par éloignement dont les distances minimales sont celles imposées pour les lignes nues à basse tension de 1ère catégorie mentionnées à la sous-section *7.1.3.6*.

Dans le cas où pour des raisons fonctionnelles, cette protection par éloignement ne peut pas être respectée, de tels câbles sont protégés contre les actions mécaniques au moyen d'un protège-câble, en matériaux durables et résistants, à tous les endroits où ils risquent d'être détériorés et notamment jusqu'à 2,5 m au-dessus du niveau du sol.

Sous-section 7.1.3.4. Inaccessibilité – Escalade des supports

Les supports de toutes lignes aériennes à basse tension de 2ème catégorie et à haute tension, aisés à escalader, sont pourvus à une hauteur d'au moins 3 m au-dessus du sol et à une distance de 2 m au moins des conducteurs, d'un dispositif qui en rend l'escalade difficile sans moyens spéciaux.

Ce dispositif anti-escalade n'est pas obligatoire:
1. pour les supports des lignes établies dans les dépendances et cours des établissements industriels;
2. pour les supports nécessitant des moyens spéciaux pour en faire l'escalade, ce qui est le cas:
   - des poteaux en béton soit lisses, soit avec des trous d'un diamètre inférieur ou égal à 25 mm, soit avec des alvéoles (trous d'un diamètre supérieur à 30 mm) distantes d'au moins 1 m l'une de l'autre sur les trois premiers mètres à partir du sol;
   - des poteaux métalliques lisses.

Dans les cas où un dispositif anti-escalade est requis, il se doit d'être efficace ou du moins dissuasif.

Sous-section 7.1.3.5. Principe de la protection par éloignement

a. Généralités

Les conducteurs des lignes aériennes sont écartés du sol des voies publiques, des cours, jardins et terrains surplombés et des constructions d'une distance appelée «distance minimale d'éloignement».

Ces distances minimales d'éloignement sont calculées et contrôlées dans chacune des hypothèses suivantes:

- pour les mesures dans un plan vertical, d'un vent nul (le conducteur est donc supposé dans un plan vertical) et de la température maximale d'exploitation du conducteur égale à 40 °C;
- pour les mesures dans un plan horizontal, d'une température du conducteur égale à 15 °C et d'un vent horizontal maximal normal défavorable, tel que défini aux *points d.2.* et *d.3.* de la *sous-section 7.1.6.3.*

b. En haute tension

En ce qui concerne l'hypothèse mentionnée au 1er tiret du *point a.* pour les mesures dans un plan vertical, il faut tenir compte de la température maximale d'exploitation du conducteur pour les lignes à haute tension de 2ème catégorie.

Sous-section 7.1.3.6. Distances minimales d'éloignement pour les divers types de lignes

a. Généralités

Les distances énumérées ci-après (appelées «distances minimales de base») constituent la base des distances d'éloignement auxquelles, pour l'application au cas concret des lignes de tous les types, il y aura lieu de les adapter selon le cas comme défini sous les *points b.* et *c.* de cette même sous-section *7.1.3.6.*:

1.1. voies publiques longées: 6 m du sol

1.2. voies publiques traversées: 7 m du sol

1.3 pour les lignes longeant la voie publique et dont les supports sont plantés dans un talus (déblai ou remblai):
6 m au-dessus du niveau du point de pénétration des supports dans le sol, tout en respectant une distance de 5 m de la crête du talus si la route est en remblai ou de 3 m de n'importe quel point du talus si la route est en déblai;

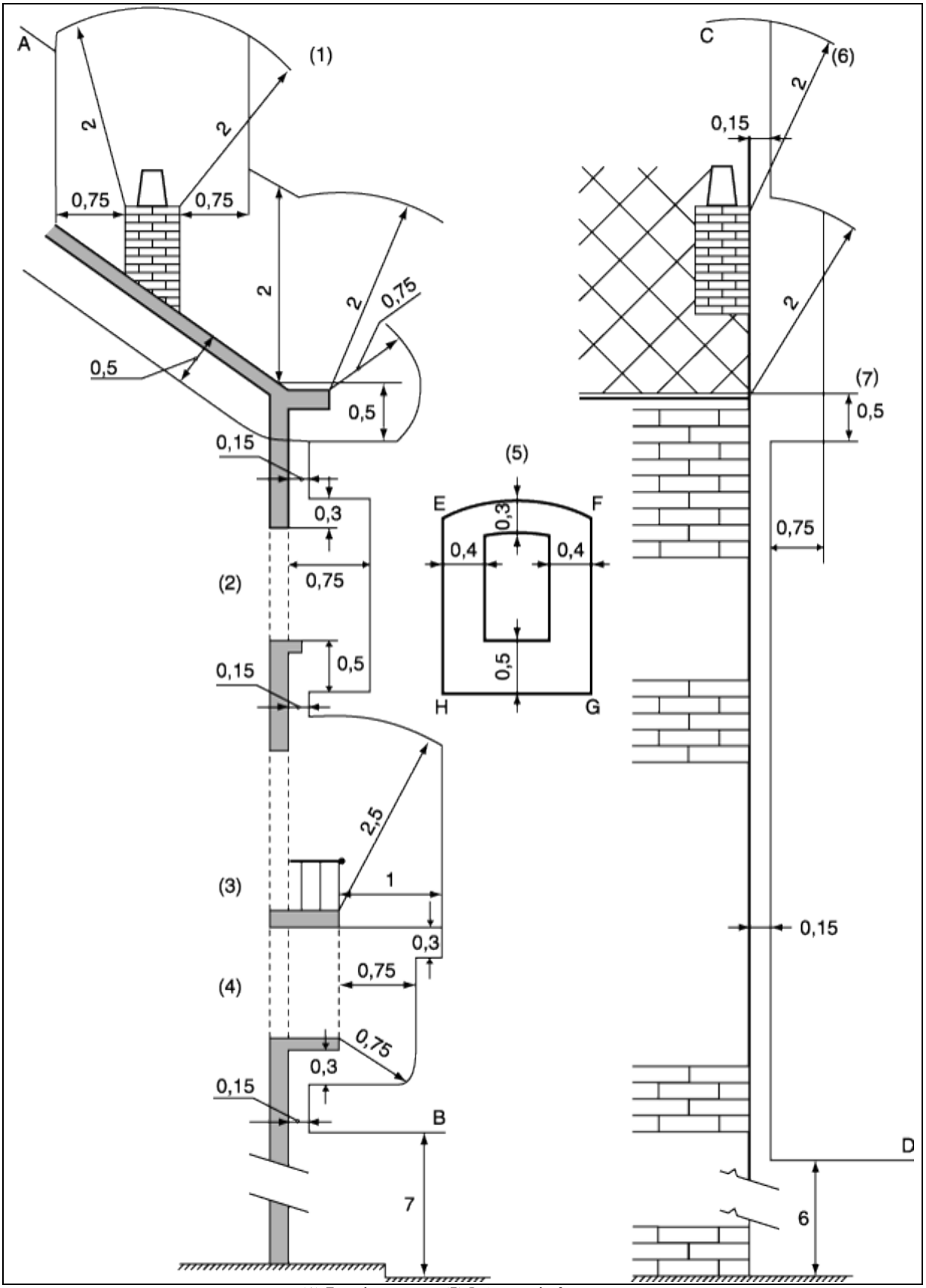
2. cours, jardins et terrains surplombés: 6 m du sol;

3. au voisinage de toute construction, en dehors des gabarits AB et CD de la *figure 7.1.* notamment:

   3.1. pour les distances verticales:
   - 2 m au-dessus des toitures, cheminées, corniches, plates-formes;
   - 2,50 m au-dessus des balcons et des terrasses équipés pour un accès courant et 2 m pour ceux surplombés par des lignes installées avant le 1er janvier 1983;
   - 1 m au-dessus de l'arrête faîtière des lucarnes;
   - 0,50 m en contrebas des corniches;
   - 0,30 m en contrebas des balcons et des loggias;

   3.2. pour les distances horizontales:
   - 1 m des mains-courantes des balcons;
   - 0,75 m des corniches, des cheminées, des loggias, du nu des murs au droit des fenêtres; il y a lieu de considérer comme étant au droit des fenêtres, l'espace délimité par le contour EFGH de la *figure 7.1.*;
   - 0,15 m du nu des murs.

Figure 7.1. Distances par rapport aux bâtiments



(1) Façade
(2) Fenêtre
(3) Balcon
(4) Loggia
(5) Baie vue de face
(6) Pignon
(7) Corniche

Les zones d'écartement des conducteurs nus par rapport au mur de 0,15 m, d'une part, et de 0,75 m, d'autre part, sont séparées par un plan horizontal situé à 0,50 m sous l'arête supérieure de la corniche et sous toute la largeur de cette dernière, prolongé par un plan incliné parallèlement à la toiture et situé en-dessous de celle-ci et à 0,50 m mesurés perpendiculairement.

b. En basse tension

b.1. Distances pour les lignes isolées à basse tension de 1ère catégorie

Pour les lignes qui répondent aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.*2. ou du *point a.* de la sous-section *7.1.3.3.*, la distance minimale de base mentionnée au :
- *point a.1.1.* (voies publiques longées) est de 5 m ;
- *point a.1.2.* (voies publiques traversées) est de 6 m ;
- *point a.2.* (cours, jardins et terrains surplombés) est de 5 m.

A condition de respecter toutes les autres impositions du gabarit imposé (*figure 7.1.* au *point a.* ci-avant), ces lignes peuvent se situer par ailleurs dans le gabarit de l'espace libre sous la corniche à condition de se trouver au droit des connexions à 5 cm des corniches en bois et à condition de se trouver au moins à 0,30 m au-dessus du linteau des portes, fenêtres et ouvertures accessibles au public. Ces lignes peuvent également rentrer dans le gabarit des 0,15 m du nu des murs.

b.2. Majoration des distances pour les lignes à conducteurs nus ou assimilés

On entend par lignes à conducteurs nus ou assimilés les lignes ne répondant pas aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.2.* ou du *point a.* de la s*ous-section 7.1.3.3.*.

Pour les lignes à basse tension de 2ème catégorie de ce type, les distances minimales d'éloignement sont obtenues en ajoutant 1 m aux distances minimales de base dans les cas suivants :
- distance verticale par rapport au sol des voies publiques ;
- distances verticale et horizontale par rapport aux constructions.

b.3. Cas spéciaux où les distances minimales normales d'éloignement ne sont pas requises
- Raccordements des utilisateurs du réseau et alimentation des appareils d'éclairage public

  Les conditions d'inaccessibilité reprises aux *points a.* et *b.2.* ci-avant sont applicables aux raccordements des utilisateurs du réseau et aux conducteurs d'amenée du courant aux appareils d'éclairage public en basse tension :
  - basse tension de 1ère catégorie :

    les conducteurs sont considérés comme inaccessibles s'ils se trouvent à 4 m au-dessus des trottoirs en dehors du gabarit des voies carrossables ainsi qu'au-dessus des parties non accessibles aux véhicules et engins agricoles, des cours et jardins aménagés devant les immeubles ;
  - basse tension de 2ème catégorie :

    les distances reprises ci-avant pour la basse tension de 1ère catégorie sont majorées de 1 m ;
  - pour les conducteurs en basse tension de 1ère catégorie qui répondent aux prescriptions du *point a.* de la sous-section *7.1.3.2.* ou du *point a.* de la sous-section *7.1.3.3.* la distance minimale au-dessus des trottoirs et en dehors du gabarit des voies carrossables, ainsi qu'au-dessus des parties non accessibles aux véhicules et engins agricoles, des cours et jardins aménagés devant les immeubles, est de 3 m.
- Alimentation en énergie électrique des installations industrielles ainsi que leurs dépendances et cours par des lignes à basse tension de la 2ème catégorie.
  La majoration de 1 m de la distance verticale n'est pas applicable dans les installations industrielles et dans les dépendances et cours de celles-ci.

c. En haute tension

c.1. Majoration des distances pour les lignes à conducteurs nus ou assimilés

On entend par lignes à conducteurs nus ou assimilés les lignes ne répondant pas aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.2.* et du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.3.*

Pour ces types de lignes, là où elles sont imposées, les distances minimales d'éloignement sont obtenues par addition, aux distances minimales de base, des distances en m mentionnées dans le *tableau 7.1.*, dans lesquelles U_N représente la tension nominale en kV entre conducteurs.

Tableau 7.1. Majoration (en m) de la distance pour les lignes à haute tension

		1ère catégorie	2ème catégorie
Distance verticale par rapport au sol	des voies publiques	1	$1 + 0{,}01\cdot(U_N - 50)$
	des cours, jardins et terrains	0	$0{,}01\cdot(U_N - 50)$
Distance verticale et horizontale par rapport aux constructions		1	$1 + 0{,}01\cdot U_N$

Pour les lignes à haute tension de la 2ème catégorie, en aucun cas, les distances minimales (distance minimale de base + majoration) aux constructions ne seront inférieures à 3 m. Cette limite inférieure est portée à 4 m lors du surplomb d'une terrasse équipée pour un accès courant.

c.2. Cas spéciaux où les distances minimales normales d'éloignement ne sont pas requises

- Raccordements des utilisateurs du réseau et alimentation des appareils d'éclairage public
  L'alimentation des appareils d'éclairage public au moyen de lignes à haute tension de la 2ème catégorie est interdite.
  Les conditions d'inaccessibilité reprises aux *points a.* et *c.1.* ci-avant sont applicables aux raccordements des utilisateurs du réseau et aux conducteurs d'amenée du courant aux appareils d'éclairage public en haute tension de 1ère catégorie.
  En haute tension de 1ère catégorie, les conducteurs sont considérés comme inaccessibles s'ils se trouvent à 5 m au-dessus des trottoirs en dehors du gabarit des voies carrossables ainsi qu'au-dessus des parties non accessibles aux véhicules et engins agricoles, des cours et jardins aménagés devant les immeubles.
- Cas de rupture d'un conducteur dans une portée voisine dans une ligne à haute tension
  Quand une ligne équipée de chaînes d'isolateurs du type suspendu (soit à double chaîne type semi-ancrage, soit à chaîne unique) surplombe une voirie ou une construction, les hauteurs minimales ci-après sont à respecter, compte tenu de l'inclinaison des chaînes due à la rupture d'un conducteur dans une portée voisine:
  - au-dessus des voiries:
    $4 + 0{,}01\cdot(U_N - 50)$ (m) avec un minimum de 5 m;
  - au-dessus des constructions:
    $2 + 0{,}0075\cdot U_N$ (m), avec un minimum de 3 m;

  où U_N est la tension nominale entre conducteurs exprimée en kV.
  Cette limite inférieure est portée à 4 m au-dessus d'une terrasse équipée pour un accès courant.
  Toutefois, en cas d'emploi d'un des dispositifs de sécurité décrits à la *sous-section 7.1.6.4.* et pour autant que ces dispositifs soient munis de dispositifs de garde, l'hypothèse de la rupture d'un conducteur dans une portée voisine n'est pas à prendre en considération:
  - lorsque, la tension nominale entre conducteurs étant inférieure ou égale à 100 kV, les conducteurs ont une section égale ou supérieure à 90 mm², s'ils sont en aluminium et à 70 mm² s'ils sont en cuivre, en alliage d'aluminium avec ou sans âme d'acier et en aluminium avec âme d'acier;
  - lorsque, la tension nominale entre conducteurs étant supérieure à 100 kV, les conducteurs ont une section égale ou supérieure à 150 mm² s'ils sont en aluminium et à 100 mm² s'ils sont en cuivre, en alliage d'aluminium avec ou sans âme d'acier et en aluminium avec âme d'acier.

Section 7.1.4. Protection contre les chocs électriques par contact indirect

Sous-section 7.1.4.1. Généralités

La protection contre les chocs électriques par contacts indirects pour les lignes aériennes est réalisée selon la *sous-section 4.2.4.1.* et les *sections 4.2.5.* et *4.2.6.*

Toutefois, les lignes des producteurs et distributeurs d'énergie électrique seront considérées comme protégées contre les contacts indirects si elles sont conformes aux règles de l'art en vigueur au moment de leur construction.

Sous-section 7.1.4.2. Prescriptions relatives aux haubans et fils de descente

Les parties des haubans et fils de descente, situées à moins de la distance «a» définie au tableau *7.2.*, d'une ligne aérienne sont isolées.

Tableau 7.2. Distance «a» (m)

Basse tension	Haute tension
2	$2,5 + U_N \cdot 0,01$

U_N étant la tension nominale entre deux conducteurs de la ligne à haute tension (exprimée en kV).

Section 7.1.5. Protection électrique contre les surintensités

Sous-section 7.1.5.1. Réseaux de distribution et de transport

La protection contre les surintensités est réalisée selon le *chapitre 4.4.* et la *sous-section 5.2.4.2.* Toutefois, dans les réseaux des producteurs et distributeurs d'électricité, il est admis que la valeur du courant admissible I_Z soit fixée conformément aux règles de l'art et qu'elle dépende, en outre, des conditions d'exploitation, comme par exemple des charges cycliques:

- en matière de protection contre les surcharges et les courants de court-circuit impédant:
  - pour les lignes nues , aucune protection n'est imposée;
  - pour les lignes constituées de câbles protégés, des considérations d'exploitation peuvent amener à diminuer la durée de vie de l'isolant des câbles dans la limite des règles de l'art;
- en ce qui concerne les courants de court-circuit, la protection fonctionnera dans les temps les plus brefs compatibles avec la sélectivité de la protection de l'ensemble du réseau.

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions fixe, par arrêté, les conditions particulières auxquelles doivent répondre les réseaux des producteurs et distributeurs d'électricité.

Sous-section 7.1.5.2. Branchements des utilisateurs de réseau

Les branchements sont réalisés selon les règles de l'art.

Section 7.1.6. Choix et mise en œuvre du matériel

Sous-section 7.1.6.1. Eléments constitutifs d'une ligne

Une ligne aérienne est constituée de supports soutenant les conducteurs, éventuellement par l'intermédiaire d'isolateurs ou de chaînes d'isolateurs.

La stabilité des supports peut être renforcée dans certains cas par l'emploi de haubans.

Les isolateurs peuvent être remplacés par des systèmes comprenant plusieurs chaînes d'isolateurs, munies ou non de dispositifs de garde.

En son point de suspension, le conducteur peut être muni d'éléments de renforcement ou de dispositifs antivibratoires.

De part et d'autre du point d'attache du conducteur, un conducteur de dédoublement dénommé «bretelle» peut être installé.

Sous-section 7.1.6.2. Résistance mécanique des conducteurs, des jonctions et des pièces de fixation

a. Nature des conducteurs actifs, de garde et de terre

a.1. Généralités

La nature des conducteurs est adaptée aux contraintes d'agressivité du milieu.

a.2. En haute tension

Les conducteurs des lignes aériennes à haute tension sont constitués d'un ensemble d'au moins sept fils toronnés.

b. Résistance à la traction des conducteurs actifs, de garde et de terre

Si par suite du mode de pose, les conducteurs actifs, de garde ou de terre sont soumis à une traction négligeable, aucune vérification de leur résistance ne doit être faite. Dans les autres cas (en situation normale, à l'exclusion des cas de charge exceptionnels), la sollicitation maximale admise est calculée avec un coefficient de sécurité d'au moins 3 par rapport à la charge de rupture par traction qui, elle, ne peut pas être inférieure aux valeurs reprises dans le *tableau 7.3.*

Tableau 7.3. Valeurs minimales de la charge de rupture par traction, en newtons (N)

Basse tension		*Haute tension*	
1ère catégorie	*2ème catégorie*	*1ère catégorie*	*2ème catégorie*
2800	5000	5000	12 000

Toutefois, dans le cas d'une canalisation préassemblée comportant un élément porteur, la résistance à la traction de cet élément est seule prise en considération et calculée avec un coefficient de sécurité de 2,5.

Si les conducteurs de terre ou de garde sont en acier, leur section est d'au moins 35 mm².

c. Résistance électrique et résistance à la traction des jonctions

La jonction entre conducteurs présente en permanence une résistance à la traction suffisante pour garantir les prescriptions dont question au *point b.* ci-avant.

La résistance électrique par unité de longueur de l'élément du conducteur comprenant le joint est égale ou inférieure à celle du conducteur même.

d. Pièces de fixation

d.1. Généralités

Dans les dispositifs de sécurité décrits au *point b.* de la sous-section *7.1.6.4.*, les pièces de fixation des conducteurs aux isolateurs empêchent tout glissement sans nuire à la résistance mécanique des conducteurs.

d.2. En haute tension

Pour les lignes à haute tension de la 2ème catégorie comportant des conducteurs jumelés par phase ou dont les supports portent plus de deux ternes et équipées de dispositifs à isolateurs du type suspendus, à l'exception de ceux du type à ancrage, des pinces de suspension à glissement contrôlé (par exemple pince à serrage élastique) peuvent être utilisées si elles permettent le glissement sans rupture du conducteur en vue de limiter, sur le support, la sollicitation mécanique différentielle pouvant apparaître accidentellement entre deux portées contiguës. L'utilisation de pinces à glissement comme pièce de fixation des conducteurs entraîne l'emploi obligatoire d'anneaux de garde et d'un dispositif de renforcement (armor rod) placé sur le conducteur à l'emplacement de la fixation. La valeur de l'effort différentiel de traction amenant le glissement est fixée, avec une tolérance de 15 %, dans le *tableau 7.4.* en fonction de la section du conducteur. Les pièces de fixation des bretelles aux conducteurs empêchent tout glissement tant que l'effort de traction dans le conducteur ne dépasse pas de 50 % l'effort maximum de traction en service normal.

Tableau 7.4. Valeur de l'effort différentiel de traction en fonction de la section du conducteur

Effort de glissement	*Section de conducteur*
12.000 Newton	≤ 380mm²
14.000 Newton	> 380 mm² et ≤ 580mm²
15.000 Newton	> 580 mm² et ≤ 825mm²
18.000 Newton	> 825mm²

Sous-section 7.1.6.3. Résistance mécanique des supports, des jonctions et pièces de fixation

a. Nature des supports

a.1. Généralités

Tous les supports ont une résistance mécanique adéquate.

Les supports sont protégés contre l'action destructrice des intempéries, de l'humidité du sol, de la flore et de la faune. La conservation de la résistance mécanique des supports est assurée.

a.2. En haute tension

Pour les lignes à haute tension de 2ème catégorie, le bois et les matières assimilables ne sont autorisés qu'à titre temporaire.

b. Fondations

b.1. En basse tension

Les supports des lignes aériennes à basse tension peuvent être plantés directement dans le sol.

Sauf dans des lieux comme les centrales de production d'énergie électrique, les sous-stations de transformation et les points d'aboutissement des lignes aériennes, il est interdit de fixer sur les bâtiments les supports des conducteurs à basse tension de 2ème catégorie.

b.2. En haute tension

Les supports des lignes aériennes à haute tension sont fixés dans des fondations.

Sauf dans des lieux comme les centrales de production d'énergie électrique, les sous-stations de transformation et les points d'aboutissement des lignes aériennes, il est interdit de fixer sur les bâtiments les supports des conducteurs à haute tension.

c. Haubans

c.1. Généralités
Les éléments mécaniques câblés entrant dans la constitution des supports ne sont pas considérés comme des haubans.
Les haubans sont mis à la terre à moins qu'un isolateur placé à une hauteur le rendant inaccessible n'y soit intercalé.

c.2. En basse tension
Le haubanage des supports des lignes à basse tension est autorisé.

c.3. En haute tension
Le haubanage des supports des lignes à haute tension est autorisé dans les cas suivants:
- dans le cas d'utilisation, pour les canalisations électriques, de «câbles protégés» au sens de la *sous-section 7.1.2.3.* comportant un circuit de protection mis à la terre;
- à titre temporaire pendant les travaux de montage, de réparation ou de consolidation provisoire.

d. Stabilité mécanique

d.1. Principe

Tous les éléments constitutifs de la ligne aérienne, à savoir les supports, ancrages, ferrures et fondations éventuelles, sont calculés en tenant compte de l'état de sollicitation résultant:
- de la traction des conducteurs actifs, de garde et de terre;
- du poids propre des conducteurs actifs, de garde et de terre, des isolateurs, des ferrures et du support;
- de la combinaison la plus défavorable des charges extrêmes résultant des circonstances de vent et de température déterminées ci-après.

Le vent souffle dans la direction horizontale la plus défavorable dans les conditions suivantes:
- à la température de + 15°C avec sa force maximale normale ou exceptionnelle;
- à la température de - 15°C avec une force réduite.

d.2. Effort du vent en haute tension

L'effort F du vent, exprimé en N, sur les éléments constitutifs de la ligne est calculé:
- pour sa force maximale normale et sa force réduite dans les installations électriques en haute tension de 1ère catégorie;
- pour sa force maximale normale, sa force réduite et sa force maximale exceptionnelle dans les installations électriques en haute tension de 2ème catégorie.

Il est fourni par la formule:

$$F = c \cdot q \cdot A$$

dans laquelle:
- c: le coefficient aérodynamique d'ensemble dans la direction du vent, dont la valeur dépend de la forme et parfois des dimensions de l'objet frappé par le vent;
- A: la surface en m^2 des pleins que l'élément présente au vent, perpendiculairement à la direction dans laquelle il souffle:
- q: la pression dynamique en pascal qui est proportionnelle à q_b, à savoir la pression dynamique de base.

Le *tableau 7.5.* donne, en fonction de la hauteur où se trouve l'élément de construction, les valeurs de base de la pression dynamique q_b correspondant à la vitesse v du vent horizontal maximum normal – relevée aux anémomètres – à considérer pour le projet d'un élément de construction dont la plus grande dimension n'est pas supérieure à 1 m.

Tableau 7.5. Pression dynamique q_b en fonction de la hauteur

Hauteur au-dessus du sol en m	*Vitesse du vent (v) en m/s*	*Pression dynamique (q_b) en pascal*
jusque 25	35	750
de 25 à 50	36,16	800
de 50 à 75	37,27	850
de 75 à 100	38,36	900
de 100 à 125	39,41	950
de 125 à 150	40,43	1000
de 150 à 175	41,43	1050
de 175 à 200	42,21	1100

Pour les conducteurs actifs, de garde et de terre, la hauteur à prendre en considération est la hauteur du point d'attache aux isolateurs ou au support.

d.3. Effort du vent horizontal maximum normal ou exceptionnel

Pour le calcul de l'effort du vent sur les supports, traverses, isolateurs, la pression dynamique *q* est choisie égale à:
- 0,8 q_b pour le vent horizontal maximum normal;
- 1,6 q_b pour le vent horizontal maximum exceptionnel.

Pour le calcul de l'effort du vent sur les conducteurs actifs, de garde et de terre, la pression dynamique *q* est choisie égale à:
- pour les portées inférieures ou égales à 100 m :
  - 0,7 q_b pour le vent horizontal normal ;
  - 1,4 q_b pour le vent horizontal exceptionnel;
- pour les portées supérieures à 100 m :
  - 0,5 q_b pour le vent horizontal normal ;
  - q_b pour le vent horizontal exceptionnel.

d.4. Effort du vent horizontal réduit

Pour le calcul des éléments constitutifs de la ligne, la pression dynamique effective à prendre en considération est choisie égale à 0,25 q_b.

d.5. Coefficient aérodynamique

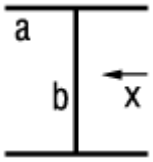
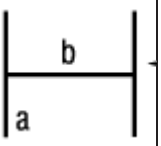
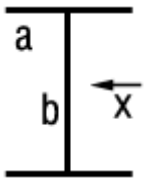
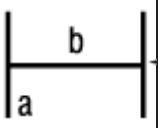
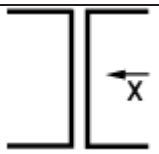
Les valeurs du coefficient aérodynamique c valent:
- *conducteurs actifs, de garde et de terre :*
  la valeur du coefficient aérodynamique est 1,45 pour les conducteurs actifs, de garde et de terre.
- *câbles clos en Z:*
  On entend par câbles clos en Z: conducteurs dont au moins la dernière couche de fils est formée de brins profilés en forme de Z qui sont imbriqués les uns dans les autres. Ils ont, de ce fait, une surface extérieure quasi cylindrique striée de rainures hélicoïdales d'une profondeur caractéristique. Les brins en forme de Z sont constitués d'aluminium ou d'un alliage composé principalement d'aluminium. Les câbles clos en Z sont caractérisés en fonction de leur diamètre par une profondeur de leur rainure hélicoïdale spécifique. Ces caractéristiques, et la nature du métal constitutif du câble, sont reprises dans le *tableau 7.6.* indiquant les valeurs du coefficient aérodynamique c en fonction du diamètre du câble et de la profondeur de ses rainures, pour les vitesses de vent correspondant aux pressions dynamiques maximales normales $q_{max.n}$ et maximale exceptionnelle $q_{max\ .exc.}$.

Tableau 7.6. Valeurs du coefficient aérodynamique pour les câbles clos en Z

Diamètre de câble en mm (d)	d < 16	16 ≤ d < 22	22 ≤ d < 28	28 ≤ d < 31	31 ≤ d < 32	32 ≤d < 36	36 ≤ d
Profondeur des rainures en mm	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5
Coefficient aérodynamique pour pression dynamique qmax. n	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Coefficient aérodynamique pour presssion dynamique qmax. exc	1,45	1,2	1,2	0,9	0,85	0,8	0,7

- *Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut fixer par arrêté d'autres valeurs à adopter pour des conducteurs ayant une structure particulière.*
- *poteaux constitués par une ou deux pièces en profilés :*

Tableau 7.7. Coefficient aérodynamique c en fonction du type de profilé

Type de profilé	*Schéma*	*Coefficient aérodynamique (c)*	*Schéma*	*Coefficient aérodynamique (c)*
Profil Grey (a = b)		1,57		1,87
Profil normal (a < b)		2,00		1,68
Profils normaux assemblés		1,25		1,51

x donne la direction du vent.

- *pylônes en treillis métalliques à base carrée ou rectangulaire, à faces opposées identiques, constitués de profils normaux :*
  la valeur de c de l'ensemble du pylône, pour un vent soufflant perpendiculairement à la face du pylône, est donnée par la formule:

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}$$

  A étant la surface des pleins et A' la surface correspondant au contour extérieur de la face considérée exprimée en m².

  Ce coefficient c tient compte de l'action du vent sur les 4 faces du pylône.

  Cette formule est applicable entre les limites:

$$0{,}1 < \frac{A}{A'} < 0{,}6$$

- *poteaux en tubes métalliques d'un diamètre de 0,20 m et plus :*
  la valeur de c est égale à 0,5.
- *pylônes en treillis, à base carrée ou rectangulaire, à faces opposées identiques, constitués de tubes*

métalliques :
la valeur de c est égale aux 7/10èmes de la valeur donnée par la formule au 3ème tiret ci-avant :

$$c = 3{,}2 - 2{,}8\frac{A}{A'}.$$

- *poteaux en béton de moins de 25 m de hauteur hors sol :*

Tableau 7.8. Coefficient aérodynamique pour les poteaux en béton

Poteaux en béton	*Valeurs de c*	
	Vent perpendiculaire à la	
Section	*plus grande face*	*plus petite face*
rectangulaire pleine	1,85	1,40
rectangulaire avec grande face évidée	1,60	1,30
en I pleine	1,60	1,40
en I avec évidements dans l'âme	1,50	1,30
circulaire, diamètre moyen égal à 0,20 m et plus	0,50	
carrée pleine	1,75	

- *poteaux en bois d'un diamètre moyen égal à 0,20 m et plus :*

  la valeur de c est égale à 0,5.

d.6. Contraintes admissibles dans les pièces en acier laminé

Pour le calcul des lignes où le vent intervient avec sa force maximale normale ou réduite, les contraintes admissibles exprimées en N/mm² dans les pièces en acier laminé des poteaux en profilés simples et des pylônes en treillis sont données par le *tableau 7.9.*

Tableau 7.9. Contraintes admissibles pour les poteaux en profilés simples et les pylônes en treillis (en N/mm²)

	Contraintes admissibles	
Qualité de l'acier	*pour tous les supports à l'exception des supports d'arrêt*	*pour les supports d'arrêt*
acier AE 235		
traction, compression et flexion	170	240
Cisaillement	102	144
acier AE 355		
traction, compression et flexion	260	340
Cisaillement	156	204

Pour le calcul des éléments constitutifs de la ligne où le vent intervient avec sa force maximale exceptionnelle, les contraintes admissibles sont les contraintes correspondant à la limite d'élasticité de matériau considéré.

d.7. Sections nettes et réduites

d.7.1. Généralités

A l'exception des lignes à haute tension de 2ème catégorie supportées par des pylônes métalliques en treillis (voir *point 2.* ci-après), les prescriptions suivantes sont l'application.

- Dans le calcul des pièces tendues ou fléchies, on considère les sections «nettes», c'est-à-dire déduction faite des trous de rivets ou de boulons et, dans celui des pièces comprimées, les sections «réduites» définies ci-après.
- Les pièces soumises à des charges de compression non excentrées sont calculées de telle façon que la tension moyenne de compression sur la section réduite de la pièce ne dépasse pas les valeurs des tensions admissibles dans les pièces en acier laminé mentionnées au *point d.6.* ci-avant.

Pour les barres pleines en acier laminé, le facteur de réduction de la section est donné en fonction de l'élancement au *tableau 7.10.*

Tableau 7.10. Facteur de réduction de la section pour les barres pleines en acier laminé

Qualité de	*Degré d'élancement*	*Facteur de réduction de la section*

l'acier		
AE 235	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 105$	$\frac{15{,}784 - 0{,}0892 \cdot \lambda}{14}$
	$105 < \lambda$	$\frac{212.200}{14(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$
AE 355	$\lambda < 20$	1
	$20 < \lambda < 85$	$\frac{24{,}180 - 0{,}159 \cdot \lambda}{21}$
	$85 < \lambda$	$\frac{212.200}{21(1{,}516 + 0{,}0142\lambda)\lambda^2}$

Le degré d'élancement λ d'une pièce est égal au rapport de la longueur soumise au flambage au rayon d'inertie correspondant au plan de flambage envisagé. La section réduite est calculée pour l'élancement le plus défavorable.

Pour les pylônes en treillis, le degré d'élancement ne dépassera pas 150 pour les membrures et 200, pour les autres éléments.

- Pour les pièces comprimées composées d'éléments non jointifs (pièces en treillis), on détermine le facteur de réduction de l'ensemble de la pièce, correspondant à l'élancement le plus défavorable; ce coefficient de réduction est déterminé d'après le *tableau 7.10.* comme s'il s'agissait d'une pièce pleine.

  La section réduite de la pièce est déterminée en multipliant la section totale des éléments constitutifs par le facteur de réduction d'ensemble et par le facteur de réduction individuel d'un de ses éléments constitutifs.

  Toutefois, si le degré d'élancement d'un élément constitutif ne dépasse pas 40, seul le facteur de réduction d'ensemble est à prendre en considération.

- Pour les pièces constituées d'une cornière unique, le rayon d'inertie à considérer pour le calcul de la section réduite est le rayon d'inertie minimal.

  Toutefois, pour les membrures présentant des nœuds d'assemblage de treillis disposés alternativement sur les deux ailes de la cornière, on pourra prendre le rayon d'inertie parallèle à une aile.

  Pour les pylônes en treillis, la longueur de flambage à introduire dans le calcul de l'élancement, pour la détermination de la section réduite, est la longueur entre les points assurés contre une déformation, dans le plan envisagé pour le flambage de l'élément considéré, sauf s'il y a encastrement des extrémités des pièces suivant ce plan de flambage, auquel cas on prend les 8/10 de cette longueur.

  Le point de croisement d'une barre tendue et d'une barre comprimée peut être considéré comme point assuré contre une déformation dans le plan de flambage pour autant que l'effort, pour lequel la barre tendue est calculée, soit au moins égal, en valeur absolue, à l'effort de compression et que la liaison au point de croisement des barres soit suffisante.

- Quand une pièce est à la fois comprimée et fléchie, il y a lieu d'additionner les tensions de même signe résultant des deux effets, la tension de compression étant calculée sur la section réduite correspondant au plan de flambage le plus probable et la tension de flexion étant majorée pour tenir compte de la résistance au flambage latéral de la membrure comprimée.

  Le facteur de majoration de la tension de flexion est pris égal à:

$$\frac{1}{1 - 0{,}0005\, L/i_\gamma}$$

  Dans cette expression:

  L = longueur théorique de la pièce ou distance de centre à centre des points assurés d'une manière efficace contre une déformation latérale.

  i_γ = rayon d'inertie de la partie comprimée de la pièce pris par rapport à l'axe parallèle au plan de flexion.

- La tension admissible au cisaillement des boulons et rivets est au maximum égale aux 4/5 de la tension admissible à la traction simple desdits boulons ou rivets.

  La surface diamétrale de contact étant égale au produit du diamètre du rivet ou boulon par l'épaisseur de la pièce à assembler, la pression moyenne sur cette surface pour les boulons et rivets travaillant au double cisaillement est au maximum égale aux valeurs données ci-après:
  - rivets et boulons tournés: 2,4 fois la tension au cisaillement définie ci-avant;
  - boulons bruts ordinaires: 2 fois la tension au cisaillement définie ci-avant.

  Pour les boulons travaillant au simple cisaillement, les limites prescrites ci-avant, pour la pression moyenne sur la surface diamétrale de contact réduites d'un cinquième.

- Les assemblages soudés présentent, pour l'effort maximal auquel ils sont soumis, un coefficient de sécurité relatif à leur résistance à la traction au moins égal à 3 lorsque l'effort dans le métal des barres assemblées est calculé avec une des tensions admissibles.

d.7.2. En haute tension

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions détermine par arrêté pour les lignes à haute tension de 2ème catégorie supportées par des pylônes métalliques en treillis, les méthodes de calcul de leurs éléments constitutifs.

d.8. Poteaux en béton armé

d.8.1. Généralités

Les poteaux en béton armé sont conformes aux prescriptions relatives à la sécurité qui figurent soit dans la norme y relative homologuée par le Roi soit dans dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme.

d.8.2. En haute tension

Les lignes à haute tension de 2ème catégorie dont la tension nominale ne dépasse pas 70 kV sont assimilées, en ce qui concerne l'effort du vent, aux lignes à haute tension de 1ère catégorie.

d.9. Poteaux en bois

Les poteaux en bois sont conformes aux prescriptions relatives à la sécurité qui figurent soit dans la norme y relative homologuée par le Roi soit dans des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans cette norme .

Ils sont calculés avec un coefficient de sécurité relatif à la charge de rupture de 3,5.

d.10. Stabilité au renversement

La stabilité au renversement des supports est vérifiée en tenant compte du moment maximal de renversement et des moments antagonistes favorables à la stabilité.

Ces moments antagonistes sont déterminés par:
- le poids de l'ensemble;
- les réactions des terres s'opposant au renversement des fondations.

Le coefficient de stabilité au renversement est le rapport entre la somme des moments antagonistes et le moment de renversement.

Il est égal dans l'hypothèse du plus grand moment de renversement, à au moins:
- 1,25 lorsque l'effort du vent est calculé pour sa force maximale normale ou sa force réduite;
- 1,00 lorsque l'effort du vent est calculé pour sa force maximale exceptionnelle.

d.11. Supports d'arrêt ou d'extrémité

Le calcul de la stabilité mécanique des supports d'arrêt et d'extrémité tient compte, en outre, de leur fonction plus spécifique.

Sous-section 7.1.6.4. Résistance mécanique et qualité diélectrique des isolateurs ou des chaînes d'isolateurs

a. Généralités

En ce qui concerne leur résistance mécanique et leur qualité diélectrique, les isolateurs ou chaînes d'isolateurs sont conformes aux règles de l'art.

b. Mode d'attache de sécurité des conducteurs nus d'énergie des lignes à haute tension – Dispositifs de sécurité en haute tension

b.1. Principe

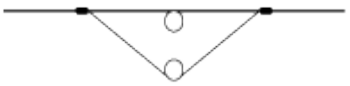
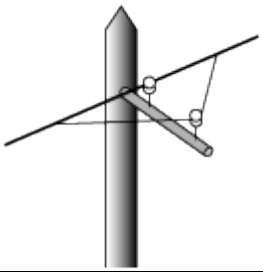
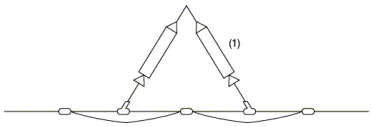
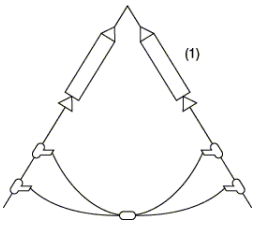
Le principe des dispositifs de sécurité s'attache à couvrir une éventuelle rupture du conducteur au droit de son point de suspension à l'isolateur, rupture qui pourrait être notamment due:
- à la vibration du conducteur;
- à la formation d'un arc persistant sur le conducteur, arc qui pourrait provoquer sa fusion.

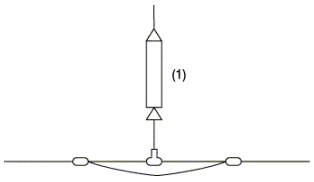
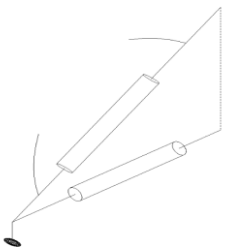
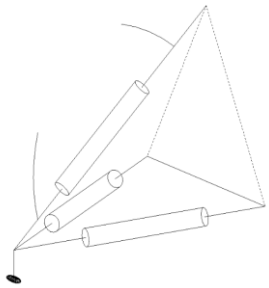
Une solution apportée consiste en un doublement du conducteur, à l'endroit de sa fixation à l'isolateur, par un autre conducteur attaché de part et d'autre de ce point de fixation, dénommé bretelle.

b.2. Description des dispositifs de sécurité accrue

Les conducteurs d'énergie des lignes électriques aériennes à haute tension sont considérés comme fixés aux supports suivant un mode d'attache de sécurité accrue lorsqu'ils sont attachés aux supports au moyen de l'un des dispositifs de sécurité suivants.

Tableau 7.11. Types de dispositifs de sécurité

Type: dispositif de sécurité	Illustration	Prescription
a. à isolateurs du type rigide	*Figure 7.2. Isolateurs du type rigide – Vue du dessus*  *Figure 7.3. Isolateurs du type rigide – Perspective* 	Chaque conducteur d'une ligne équipée d'isolateurs du type rigide est fixé au support par l'intermédiaire de deux isolateurs au moins, suffisamment distants entre eux pour qu'un arc de mise à la terre, survenant à l'un des isolateurs, ne se propage vers un autre. Le conducteur de ligne est fixé à l'un des isolateurs et relié à chacun des isolateurs supplémentaires par un conducteur de même section et de même nature auquel il est raccordé de part et d'autre du point de fixation. La fixation de ces conducteurs à leur isolateur et la liaison des conducteurs entre eux sont réalisés au moyen d'attaches spéciales capables d'empêcher tout glissement sans nuire à la résistance mécanique des conducteurs.
b. à isolateurs du type suspendu à double chaîne d'isolateurs	*Figure 7.4. Type semi-ancrage – Vue en élévation*  (1) Isolateurs *Figure 7.5. Type ancrage – Vue en élévation*  (1) Isolateurs	Chaque conducteur d'une ligne équipée d'isolateurs du type suspendu est retenu au moyen de pièces de fixation aux extrémités d'au moins deux chaînes d'isolateurs, chaque chaîne retenant le conducteur grâce à un ancrage ou une pince de suspension réalisant un semi-ancrage. Une bretelle, constituée par un conducteur de même section et de même nature que celui qui est utilisé pour la ligne, est fixée au moyen d'attaches de part et d'autre des pièces terminales des chaînes d'isolateurs. Cette bretelle peut être reliée au conducteur par une ou plusieurs attaches supplémentaires, situées entre les points de fixation aux chaînes d'isolateurs.

c.	à isolateurs du type suspendu à chaîne unique d'isolateurs	*Figure 7.6. Chaîne unique d'isolateur – Vue en élévation*  (1) Isolateurs	Chaque conducteur d'une ligne équipée d'isolateurs du type suspendu est retenu par une chaîne unique d'isolateurs. Le conducteur est doublé d'une bretelle constituée par un conducteur de même section et de même nature que celui qui est utilisé pour la ligne et fixée de part et d'autre du point d'attache de celui-ci à la chaîne d'isolateurs.
d.	consoles de pylône isolantes	*Figure 7.7. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective*  *Figure 7.8. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective* 	Les consoles de pylône isolantes sont principalement composées de deux chaînes d'isolateurs et elles sont utilisées comme dispositifs de sécurité accrue du type suspendu. Elles sont munies: 1° d'un ou de deux isolateurs de compression (*figures 7.7.* et *7.8.*) compensant les forces mécaniques horizontales des conducteurs en combinaison avec les charges occasionnées par le vent ou la glace; 2° d'un isolateur de traction oblique compensant les forces mécaniques verticales des conducteurs en combinaison avec les charges occasionnées par le vent ou la glace.
e.	pour supports d'arrêt et supports d'extrémité		Le conducteur actif est attaché au support d'arrêt ou au support d'extrémité au moyen de deux isolateurs (deux isolateurs rigides ou deux chaînes d'isolateurs ou une combinaison de chacun de ces types) de telle sorte que, s'il se détache de l'un des isolateurs, il soit encore retenu par le second.
f.	dispositifs équivalents		Tout dispositif de sécurité défini par arrêté par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions, peut être adopté

Le *tableau 7.12.* donne des conditions d'utilisation pour certains de ces dispositifs de sécurité.

Tableau 7.12. Conditions d'utilistaion

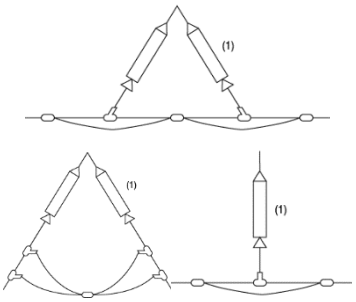
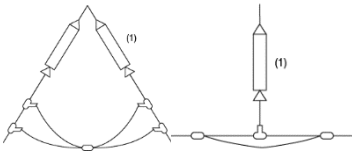
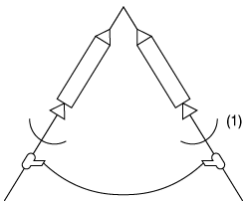
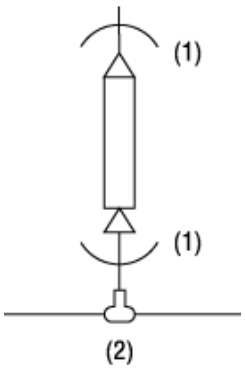
<table>
<tr><th>Illustration</th><th>Conditions</th></tr>
<tr><td>
</td><td>Pour les dispositifs de sécurité du type suspendu (figures 7.4., 7.5. et 7.6.) les conditions suivantes sont respectées:
1. les chaînes d'isolateurs ont subi individuellement les épreuves réalisées conformément aux règles de l'art en la matière;
2. la distance entre la pièce terminale de chaque chaîne d'isolateurs et l'attache extérieure de la bretelle est au moins égale à:
• 0,4 m pour les lignes aériennes à haute tension de la 1ère catégorie;
• (0,50 + 0,004 (U_N - 50)) m avec un maximum de 1,5 m pour les lignes aériennes à haute tension de la 2ème catégorie.
U_N étant égal à la tension nominale entre phase en kV.</td></tr>
<tr><td>

Figure 7.9. Dispositifs à double chaîne sans bretelle – Type ancrage


(1) Dispositif de garde
Figure 7.10. Dispositifs à chaîne unique sans bretelle


(1) Dispositif de garde
(2) Dispositif de renforcement</td><td>D'autre part, pour les dispositifs à doubles chaînes d'isolateur du type ancrage (figure 7.5.) et le dispositif à chaîne unique (figure 7.6.), la bretelle de doublement n'est pas obligatoire lorsque les conditions suivantes sont simultanément remplies:
1. La ligne est équipée d'au moins un dispositif de protection assurant l'extinction rapide de l'arc en cas de défaut.
2. Les conducteurs ont une section égale ou supérieure à:
• pour la haute tension de 1ère catégorie: 90 mm² s'ils sont en aluminium et 70 mm² s'ils sont en cuivre, en alliage d'aluminium avec ou sans âme d'acier ou en aluminium avec âme d'acier;
• pour la haute tension de 2ème catégorie: 220 mm² s'ils sont en aluminium et 125 mm² s'ils sont en cuivre, en alliage d'aluminium avec ou sans âme d'acier ou en aluminium avec âme d'acier;
3. Les chaînes d'isolateurs sont munies d'un dispositif de garde:
• à leur extrémité voisine du conducteur pour les dispositifs à double chaîne du type ancrage (figure 7.9.);
• à chacune des extrémités pour le dispositif à chaîne unique (figure 7.10.).
4. Lors de l'emploi du dispositif à doubles chaînes d'isolateur du type ancrage, les pièces de fixation du conducteur aux chaînes et les attaches du pont au conducteur empêchent tout glissement sans nuire à la résistance mécanique du conducteur.
5. Lors de l'emploi du dispositif dit à chaîne unique (figure 7.10.), qui est du type à capot et tige de qualité sanctionnée par l'expérience, à l'endroit de sa fixation à la chaîne d'isolateurs, le conducteur est muni d'un dispositif destiné à:
• renforcer ce point de suspension;
• amortir les vibrations;
• protéger le conducteur en cas d'arc de puissance persistant et sautant au-delà du dispositif de garde.</td></tr>
</table>

Figure 7.11. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective

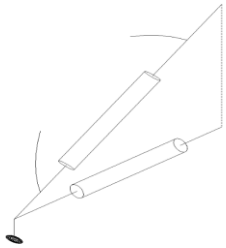
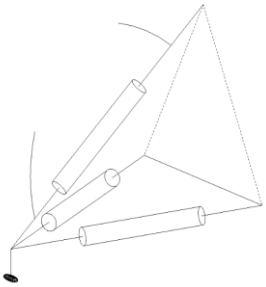


Figure 7.12. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective



1. Les consoles de pylône isolantes ont subi individuellement les épreuves réalisées conformément aux règles de l'art en ce qui concerne leur résistance mécanique et leur qualité diélectrique.
2. Lors de l'utilisation d'un isolateur de compression (*figure 7.11.*), la console du pylône peut pivoter sur son axe. Cette disposition peut être utilisée jusqu'à des angles de maximum 3 gon dans la liaison/ligne haute tension.
3. Lors de l'utilisation de deux isolateurs (*figure 7.12.*) de compression, la console de pylône ne peut pas pivoter sur son axe. Dans cette disposition, des angles jusqu'à maximum 15 gon sont autorisés.
4. Le coeur de ces isolateurs est réalisé principalement d'un matériau avec une haute résistance mécanique. L'enveloppe est réalisée en silicone caractérisée par de bonnes propriétés diélectriques.
5. Aux extrémités de ces isolateurs, des parties métalliques sont présentes pour relier, d'une part, ensemble les isolateurs et, d'autre part, les conducteurs avec les isolateurs.
6. Les consoles de pylône isolantes sont dépourvues de bretelle de doublement, mais répondent aux conditions cumulatives suivantes :
   1° la ligne est équipée d'au moins un dispositif de protection assurant l'extinction rapide de l'arc en cas de défaut;
   2° pour la haute tension de 2e catégorie, les conducteurs ont une section égale ou supérieure à 220 mm² s'ils sont en aluminium et 125 mm² s'ils sont en cuivre, en alliage d'aluminium avec ou sans âme d'acier ou en aluminium avec âme d'acier;
   3° au moins une chaîne d'isolateurs est munie d'un dispositif de garde à ses deux extrémités.

b.3. Disposition complémentaire

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut fixer par arrêté les mesures complémentaires qui sont prises pour éviter les effets néfastes des vibrations mécaniques.

Sous-section 7.1.6.5. Voisinage avec d'autres canalisations

a. Conditions de vent, de température et de charge à prendre en considération quant aux positions défavorables des conducteurs

Les conditions de vent, de température et de charge prescrites à *la sous-section 7.1.3.5.* sont d'application pour déterminer les positions les plus défavorables des conducteurs.

b. Superposition, établissement sur supports communs, voisinage ou croisement entre une ligne à haute tension du type «câble protégé» et d'autres conducteurs

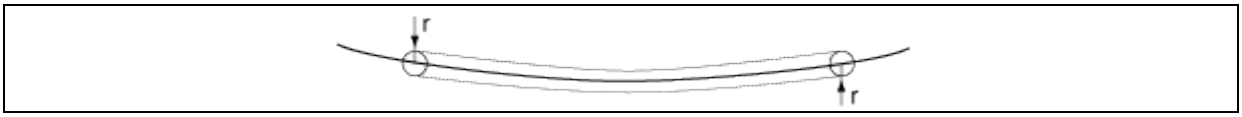
b.1. Zone interdite d'un «câble protégé»

La zone interdite d'un câble protégé à haute tension (au sens de la *sous-section 7.1.2.3.*) est le volume engendré par le déplacement d'un cercle de rayon «r» situé dans un plan perpendiculaire au conducteur de la ligne, le centre de ce cercle glissant le long de la ligne symbolisant la position la plus défavorable du «câble protégé».

Si ce «câble protégé» peut adopter plusieurs positions défavorables, la zone interdite est le volume enveloppe des différentes zones interdites obtenues pour ces diverses positions défavorables du «câble protégé».

Le rayon du cercle générateur de la zone interdite est fonction de la nature des canalisations se trouvant à proximité du «câble protégé».

Figure 7.13. Zone interdite d'un câble protégé



b.2. Les autres conducteurs appartenant à une ligne aérienne à basse ou à haute tension étant elle-même du type «câble protégé»

La superposition, l'établissement sur supports communs, le voisinage ou le croisement de lignes aériennes à basse ou haute tension et d'une ligne à haute tension, toutes deux étant du type «câble protégé», sont autorisés sans condition quelles que soient les catégories de tension, le rayon de la zone interdite étant nul.

b.3. Les autres conducteurs appartenant à une ligne aérienne à basse ou à haute tension constituée de «conducteurs nus ou assimilés» ou à une ligne privée de télécommunication

La superposition, l'établissement sur supports communs, le voisinage ou le croisement de lignes aériennes à basse ou à haute tension à conducteurs nus ou assimilés ou de lignes privées de télécommunication, avec une ligne à haute tension de tension nominale plus élevée du type «câble protégé» sont autorisés à condition que la ligne du type à «conducteurs nus ou assimilés» ou la ligne privée de télécommunication soit en dehors de la zone interdite, la valeur du rayon r étant donnée en m dans le *tableau 7.13.* ci-après, en fonction de la nature des canalisations se trouvant à proximité du «câble protégé».

Tableau 7.13. Valeurs du rayon «r» (en m)

		Lignes à haute tension de 1ère catégorie du type «câble protégé»
Ligne privée de télécommunication		0,50
Ligne du type «conducteurs nus ou assimilés»	basse tension de 1ère catégorie	0,30
	basse tension de 2ème catégorie	0,40
	haute tension de 1ère catégorie	0,50
	haute tension de 2ème catégorie	0,50 + U_N·0,01

U_N est la tension nominale entre conducteurs de la ligne à haute tension de 2ème catégorie.

Les valeurs du rayon r pour les lignes du type «câble protégé» à haute tension de 2ème catégorie sont fixées par arrêté du Ministre ayant l'Energie dans ses attributions.

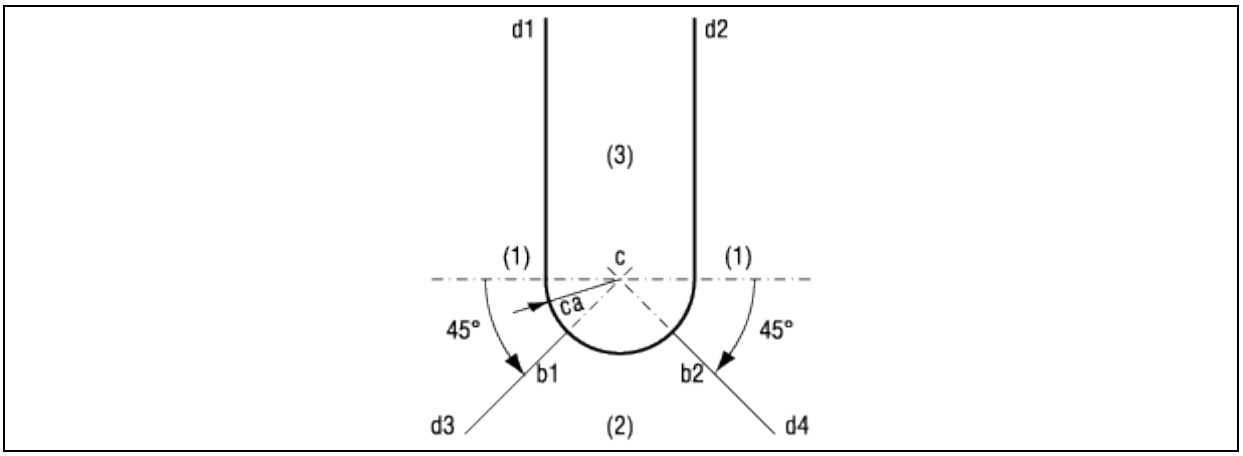
c. Superposition, établissement sur supports communs, voisinage ou croisement entre une ligne à haute tension du type «conducteurs nus ou assimilés» et d'autres conducteurs

c.1. Les différentes zones entourant des «conducteurs nus ou assimilés»

Il existe autour de chaque «conducteur nu ou assimilé» d'une ligne aérienne 3 différentes zones qui sont engendrées par le déplacement d'une demi-circonférence et de segments de droites situés dans un plan perpendiculaire au conducteur de la ligne, le centre C glissant le long du conducteur dans sa position la plus défavorable.

Ces lignes génératrices des volumes étant définies au départ du rayon «ca» sont représentées à la *figure 7.14.*

Figure 7.14. Zones entourant des «conducteurs nus ou assimilés»



(1) Zone libre
(2) Zone autorisée sous conditions
(3) Zone interdite

Le rayon «ca», au départ duquel sont déterminées les différentes zones, est fonction de la tension de la ligne à haute tension à «conducteurs nus ou assimilés» surplombant les autres lignes ainsi que de la nature des canalisations surplombées. Sa valeur est donnée, en m, par la formule suivante:

$$ca = 1{,}50 + U_N \cdot 0{,}01 \text{ (m)}$$

Où U_N exprimée en kV est la tension nominale entre conducteurs de la ligne à la plus haute tension.

La «zone interdite» est engendrée par le déplacement de la ligne d1 b1 b2 d2. Si le «conducteur nu ou assimilé» peut adopter plusieurs positions défavorables, la zone interdite est le volume enveloppe des différentes zones interdites à ces diverses positions défavorables.

La «zone autorisée sous conditions» est engendrée par le déplacement de la ligne d3 b1 b2 d4. Si le «conducteur nu ou assimilé» peut adopter plusieurs positions défavorables, la zone autorisée sous conditions est le volume enveloppe des différentes zones autorisées sous conditions, relatives à ces diverses positions défavorables.

Les deux zones latérales qui ne sont ni des zones interdites, ni des zones autorisées sous conditions, sont dites des zones libres.

c.2. Prescriptions relatives à la proximité entre une ligne à haute tension à conducteurs nus ou assimilés et d'autres lignes

c.2.1. Zone interdite

Dans la zone interdite des «conducteurs nus ou assimilés» d'une ligne aérienne à haute tension de 2ème catégorie, aucun conducteur d'une ligne aérienne à haute tension de 1ère catégorie, à basse et très basse tension ainsi que de télécommunication ne peut passer.

Dans la zone interdite des «conducteurs nus ou assimilés» d'une ligne aérienne à haute tension de 1ère catégorie, aucun conducteur d'une ligne aérienne à basse et très basse tension ainsi que de télécommunication ne peut passer.

Toutefois, ces interdictions ne s'appliquent pas:
- à la ligne de télétransmission intégrée à l'intérieur du conducteur de garde ou de terre à condition que l'installation réponde aux prescriptions fixées au *point d.;*
- à la ligne de télétransmission non conductrice (exemple : type fibre optique);
- aux canalisations électriques auxiliaires servant localement au contrôle, mesure, commande, signalisation et éclairage; les dispositions appropriées conformes aux règles de l'art sont prises pour éviter tout contact accidentel entre les canalisations dont question dans le présent paragraphe et la ligne à haute tension.

De plus, pour les lignes de télécommunication ou à basse tension installées avant le 1er janvier 1983 ou à installer sur des supports d'une ligne à haute tension d'au maximum 20 kV entre phases et constituant le prolongement de réseau déjà établi sur supports communs conformément aux prescriptions antérieures, la distance minimum «ca» est réduite à 1,5 m.

c.2.2. Zones libres

Le passage de n'importe quelle ligne aérienne dans les zones libres définies par rapport aux «conducteurs nus ou assimilés» d'une ligne à haute tension est autorisé sans condition.

c.2.3. Zone autorisée sous conditions

Pour ce qui concerne l'emprunt de la zone sous conditions, la superposition, l'établissement sur supports communs, le voisinage ou le croisement de lignes aériennes à basse ou haute tension et d'une ligne aérienne à haute tension du type à «conducteurs nus ou assimilés» sont subordonnés au respect des conditions suivantes:

- pour la ligne surplombante

  Les conducteurs sont suspendus moyennant les dispositifs de sécurité décrits au *point b.* de la *sous-section 7.1.6.4.*

- pour la ligne surplombée

  Interdiction: l'établissement sur supports communs de lignes à basse tension ou de lignes privées de télécommunication et de lignes à haute tension de la 2ème catégorie est interdit, à l'exception des réserves faites au troisième alinéa du point ci-avant, intitulé «zone interdite», réserves qui concernent:
  - la ligne de télétransmission intégrée à l'intérieur du conducteur de garde ou de terre d'une ligne à haute tension;
  - les canalisations électriques auxiliaires servant localement au contrôle, à la mesure, à la commande, à la signalisation et à l'éclairage et ce en respectant les prescriptions imposées.

  Cas de lignes à basse tension:
  - dans le cas de mise sur supports communs, le conducteur neutre de la partie du réseau à basse tension intéressée ou le conducteur d'une phase est mis à la terre directement ou par l'intermédiaire d'un limiteur de tension; s'il n'existe pas de conducteur mis à la terre, les conducteurs à basse tension sont protégés par des limiteurs de tension placés en aval des dispositifs de disjonction;
  - dans les autres cas, des mesures sont prises pour limiter les influences d'induction.

  Cas de lignes privées de télécommunication: l'une des prescriptions suivantes est d'application:
  - soit les appareils de télécommunication sont reliés aux lignes de télécommunication du type non coaxial par l'intermédiaire de transformateurs à enroulements électriquement séparés, mis hors de portée des opérateurs et pourvus de limiteurs efficaces de tension; ces lignes de télécommunication à l'intérieur de cette zone autorisée sous conditions sont établies en câbles souterrains ou suivent les prescriptions applicables à la ligne à haute tension; dès qu'elles quittent cette zone, cette disposition reste applicable jusqu'au moment où la séparation des circuits est assurée au moyen de transformateurs à enroulements électriquement séparés, mis hors de portée et pourvus de limiteurs efficaces de tension. Les transformateurs à enroulements électriquement séparés peuvent être remplacés par tout autre dispositif présentant les mêmes garanties de sécurité, admis par arrêté par le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions.
  - soit des mesures sont prises pour limiter les influences d'induction: en particulier, si le câble de télécommunication est un câble coaxial, le circuit de protection est mis régulièrement à la terre.

c.3. Prescription complémentaire relative au croisement entre une ligne à haute tension de la 2ème catégorie à «conducteurs nus ou assimilés», fixés au moyen d'isolateurs du type suspendu, et d'autres lignes

Si les dispositifs de sécurité sont équipés de chaînes d'isolateurs du type suspendu, il faut tenir compte de l'accroissement de la flèche provoquée par l'inclinaison des chaînes suite à la rupture d'un conducteur dans une des portées voisines. Dans cette hypothèse, le rayon «ca», pour cette nouvelle position défavorable du conducteur, est égal à:

$$1{,}50 + U_N \cdot 0{,}0075 \text{ (m)}$$

U_N étant la tension nominale entre conducteurs (exprimée en kV) de la ligne à haute tension de 2ème catégorie.

Toutefois, cette hypothèse de rupture n'est pas à prendre en considération s'il est satisfait aux conditions prescrites au dernier alinéa du *point 7.1.3.6.c.2*.

d. Prescriptions relatives au conducteur de garde avec une ligne de télétransmission

d.1. Fonctions assurées par le conducteur de garde avec une ligne de télétransmission

Le conducteur de garde avec une ligne de transmission assure les fonctions suivantes:
a) celle d'un conducteur de garde normal de ligne à haute tension, fonction remplie par son armure mise à la terre à tous les supports;
b) celle d'une ligne de télétransmission, fonction remplie par des conducteurs isolés placés dans sa partie centrale et enrobés dans une gaine assurant l'isolement entre les conducteurs et l'armure.

d.2. Mesures prises pour l'annulation des tensions perturbatrices

Les tensions perturbatrices qui sont induites dans la ligne de télétransmission, visée au *point d.1.,* soit par les courants des trois phases de la ligne à haute tension, soit en cas de court-circuit entre deux phases soit par l'effet de coup de foudre, sont, en ce qui concerne les conducteurs isolés mentionnés au b du *point d.1.,* annulées par des transformateurs d'isolement ou translateurs disposés aux extrémités et éventuellement répartis le long de la ligne.

d3. Essais types relatifs à l'isolement entre conducteurs et armure du conducteur de garde

L'isolement entre les conducteurs et l'armure du conducteur de garde résiste sans dommage aux essais types suivants:
a) tension 20 kV - 50 Hz et durée 10 secondes;
b) onde de choc de 1,2/50 microsecondes et tension 120 kV c.à.d. injection d'une onde de tension (représentative de l'effet du coup de foudre), dont le temps de montée est de 1,2 microseconde et la durée à mi-amplitude est de 50 microsecondes et qui est obtenue par la décharge d'un générateur de choc dont la tension aux bornes a été portée à 120 kV.

d.4. Résistance aux essais de l'isolement des transformateurs d'isolement ou translateurs

L'isolement des transformateurs d'isolement ou translateurs supporte sans dommage les essais suivants:
a) essai de type: onde du choc 1,2/50 microsecondes et tension 40 kV;
b) essai systématique: tension 20 kV à 50 Hz et durée 1 seconde.

d.5. Placement des transformateurs d'isolement ou des translateurs

Les transformateurs d'isolement ou translateurs sont disposés sur le sol, au moins aux extrémités de la ligne et sont dans des coffrets inaccessibles au personnel non habilité à y travailler.

d.6. Réalisation de l'installation et sécurité du personnel de maintenance

L'installation est réalisée suivant les règles de l'art et la sécurité du personnel de maintenance est assurée par des mesures de protection appropriées.

d.7. Exception

Les points *d.2.* à *d.6.* ne sont pas d'application pour la ligne à télétransmission non conductrice (exemple: type fibre optique).

Sous-section 7.1.6.6. Voisinage avec d'autres objets

a. Antennes, luminaires et supports d'éclairage public

a.1. Gabarit de sécurité

Le gabarit de sécurité d'une antenne, d'un luminaire ou des accessoires de fixation du luminaire d'éclairage public est tel que sa surface extérieure est située à au moins une distance «a» de tout point de cette antenne, de ce luminaire ou des accessoires de fixation du luminaire d'éclairage public.

La valeur de cette distance «a» est fonction de la tension de la ligne aérienne. Elle est donnée en m dans le *tableau 7.14.*

Tableau 7.14. Distance «a» (en m) en fonction de la tension de la ligne aérienne

Distance			*Basse tension*		*Haute tension*
			1ère catégorie	*2ème catégorie*	
a	antenne		2	2	2,5 + U_N·0,01
	éclairage public	luminaire proprement dit	0,50	2	
		accessoires de fixation du luminaire	-	2	

U_N étant la tension nominale entre deux conducteurs de la ligne à haute tension (exprimée en kV).

Pour les lignes installées avant le 1er janvier 1983, la distance a définissant le gabarit de sécurité pour les lignes à basse tension de 2ème catégorie et pour les lignes à haute tension de 1ère catégorie est maintenue à 1,5 m.

a.2. Emplacements des lignes

Les lignes aériennes à «conducteurs nus ou assimilés» sont disposées en dehors du gabarit de sécurité des antennes, luminaires et accessoires de fixation des luminaires d'éclairage public.

Toutefois, la ligne à «conducteurs nus ou assimilés» à basse tension de 1ère catégorie, servant exclusivement à l'alimentation d'un luminaire, peut entrer dans le gabarit de ce luminaire.

b. Dépôts ou réservoirs de gaz combustibles

Les lignes aériennes à haute tension à conducteurs nus ou assimilés sont installées de telle façon que, par rapport aux réservoirs fixes ou récipients mobiles constituant un dépôt de gaz combustible au sens du Règlement général pour la protection du travail, d'un volume interne total de plus de 10.000 litres, les réservoirs fixes ou récipients mobiles des dépôts précités soient situés dans les «zones libres» de la ligne à installer et définies au *point c.1.*de la *sous-section 7.1.6.5*.

Toutefois, les réservoirs fixes ou récipients mobiles de ces dépôts peuvent se trouver dans la «zone autorisée sous conditions» définie au *point c.1.*de la *sous-section 7.1.6.5.*, pour autant que l'une des mesures suivantes soit adoptée:

- soit il existe une structure capable de résister au choc de la chute d'un conducteur de la ligne et de protéger les installations et accessoires de stockage de toute atteinte dangereuse; les plans et calculs justificatifs relatifs à la disposition et à la résistance de cette structure sont préalablement à la mise en œuvre, approuvés par l'organisme visé à la *section 6.3.1.*;
- soit, dans la portée formant le surplomb, chaque phase et l'éventuel dispositif de garde comportent au moins deux conducteurs; chaque conducteur est attaché aux deux pylônes encadrant le surplomb par un dispositif individuel de sécurité du type ancrage conforme à la *sous-section 7.1.6.4.*; les conducteurs de chaque phase sont reliés entre eux par des entretoises adéquates; il en est de même pour les conducteurs de l'éventuel dispositif de garde; les caractéristiques mécaniques et électriques des conducteurs ainsi que la distance entre deux entretoises sont telles qu'un conducteur éventuellement rompu reste à une distance suffisante pour empêcher la formation d'un arc entre ce conducteur et un point quelconque des réservoirs fixes ou récipients mobiles du dépôt.

c. Elagage des arbres

Le propriétaire d'une ligne aérienne de transport d'énergie électrique coupe les branches d'arbres qui se trouvent à proximité des conducteurs nus et qui soit pourraient occasionner des courts-circuits ou des dégâts aux installations, soit mettraient en danger la sécurité des personnes et des biens.

Sous-section 7.1.6.7. Voisinage avec des lignes de télécommunication

a. Généralités

Le nombre de croisements, des zones de voisinage ou de parallélisme entre les lignes d'énergie électrique et les lignes de télécommunication, visées dans cette sous-section, est réduit autant qu'il est possible de le faire.

Pour fixer la position du plan vertical ou du plan incliné à 45 degrés sur ou sous l'horizon passant par l'un quelconque des conducteurs de la ligne d'énergie électrique, le conducteur est supposé prendre les positions les plus défavorables.

b. Lignes aériennes à conducteurs nus à basse tension de 1ère catégorie

b.1. Passage supérieur

Lorsqu'une ligne d'énergie électrique à «conducteurs nus ou assimilés» à basse tension de 1ère catégorie passe au-dessus d'une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, la distance verticale entre le conducteur de la ligne d'énergie le plus bas et le fil de télécommunication le plus élevé, est de 50 cm au moins.

Les conducteurs d'énergie ne peuvent présenter, dans la portée formant traversée, que des joints mécaniques.

b.2. Passage inférieur

Lorsque la ligne d'énergie électrique passe en dessous d'une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, la distance verticale entre le conducteur le plus élevé de la ligne d'énergie et le fil de télécommunication le plus bas est la plus grande possible, sans pouvoir être inférieure à 75 cm.

b.3. Voisinage ou parallélisme

Si l'un des fils d'une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section se trouve dans le dièdre ayant comme arête l'un quelconque des conducteurs d'énergie électrique et comme plans, le plan vertical et le plan incliné à 45° sous l'horizon, les conducteurs d'énergie électrique sont établis sans épissure, ni joint, ni soudure effectués en pleine portée. Toutefois, des joints mécaniques sont tolérés lorsque la longueur totale de la ligne d'énergie électrique, établie au voisinage ou en parallèle avec la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, dépasse la longueur normale de la fabrication des conducteurs.

En aucun cas, la distance entre les conducteurs les plus voisins de la ligne d'énergie électrique et de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, ne peut être inférieure à 1 m.

b.4. Proximité du support de la ligne de télécommunication

Lorsque la ligne d'énergie électrique croise par le dessous une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section ou lorsqu'elle lui est parallèle au même niveau ou à un niveau inférieur, la distance horizontale entre le conducteur le plus voisin de la ligne d'énergie électrique et un support de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section n'est jamais inférieure à 1 m.

b.5. Supports communs

Entre une ligne d'énergie électrique «à conducteurs nus ou assimilés» et un câble coaxial de télécommunication, la distance d'ancrage sur des pylônes communs doit être au moins de 0,30 m.

L'installation du câble coaxial doit être exécutée de telle façon que dans les conditions les plus défavorables la distance entre ce câble et la ligne d'énergie électrique ne sera jamais inférieure à 0,20 m.

c. Lignes aériennes à basse tension de 1ère catégorie qui répondent aux prescriptions des sous-sections *7.1.3.2.* ou *7.1.3.3.*

Entre les lignes aériennes à basse tension de 1ère catégorie qui répondent aux prescriptions du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.2.* ou du *point a.* de la *sous-section 7.1.3.3.* et les câbles coaxiaux pour télécommunication, il n'y a pas de distance à respecter.

d. Lignes nues à basse tension de la 2ème catégorie

d.1. Passage supérieur

La ligne d'énergie électrique à «conducteurs nus ou assimilés» à basse tension de la 2ème catégorie passe au-dessus de la ligne de télécommunication, visée dans cette sous-section sans épissure, ni joint, ni soudure, à une distance verticale au moins égale à 1,50 m et est montée suivant l'un des dispositifs de sécurité prescrits pour la haute tension au *point b.* de la *sous-section 7.1.6.4.*

d.2. Passage inférieur

Lorsque la réalisation d'un passage supérieur de la ligne d'énergie électrique, dans les conditions décrites au *point d.1.*, présente de sérieuses difficultés, l'exploitant de la ligne d'énergie électrique peut demander au Ministère de la Défense Nationale, au Ministère des Travaux Publics, aux opérateurs du réseau public de télécommunication, aux Chemins de Fer Belges, aux Chemins de Fer Concédés ou à la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux, l'autorisation de réaliser un passage inférieur suivant un dispositif «variante» en indiquant les mesures de précaution qu'il compte prendre. Ces mesures

devront offrir un degré de sécurité au moins égal à celui que donnerait la réalisation des dispositifs indiqués ci-après:

- si l'angle de croisement est égal ou supérieur à 45°, la protection est assurée par deux conducteurs de garde en bronze phosphoreux ou en métal similaire, d'au moins 3,5 mm de diamètre, et présentant une résistance minimale, à la rupture par traction, de 500 N par mm^2.
- si l'angle de croisement est inférieur à 45°, le diamètre des conducteurs de garde est porté à 4 mm au moins; ces câbles sont réunis tous les 30 cm par des fils transversaux en cuivre ou en bronze de haute conductibilité, de 2 mm de diamètre au moins, de façon à former un filet.
- si la largeur du faisceau des conducteurs d'énergie est telle que l'application des règles ci-dessus conduit à un écartement des conducteurs de garde supérieur à 80 cm, les dispositifs protecteurs sont complétés par un ou plusieurs câbles intermédiaires.

Dans les 3 cas repris ci-dessus, les conducteurs de garde sont disposés dans un même plan horizontal à 25 cm au moins au-dessus du conducteur d'énergie électrique le plus élevé et de 10 à 20 cm en dehors des plans verticaux passant par les conducteurs latéraux extrêmes d'énergie électrique.

En aucun cas, la distance verticale entre le conducteur sous tension le plus élevé de la ligne d'énergie électrique et le conducteur le plus bas de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section ne peut être inférieure à 1,25 m.

d.3. Voisinage ou parallélisme

En cas de voisinage ou de parallélisme de la ligne d'énergie électrique de la catégorie envisagée et d'une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, les conducteurs d'énergie sont établis, en principe, à un niveau égal ou supérieur à celui des fils de télécommunication.

Si l'un des fils de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, se trouve dans le dièdre ayant comme arête l'un quelconque des conducteurs d'énergie et, comme plans, le plan vertical et le plan incliné à 45° sous le plan horizontal, les conducteurs d'énergie sont établis suivant l'un des dispositifs de sécurité décrits pour la haute tension au *point b.* de la *sous-section 7.1.6.4.*

Si les conducteurs des deux catégories sont établis de part et d'autre d'une route et qu'un des conducteurs d'énergie se trouve en dessous du plan incliné à 45° sous le plan horizontal, passant par l'un quelconque des fils de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section, un filet peut être nécessaire, mais chaque cas est examiné en particulier, compte tenu de toutes les circonstances locales, notamment de la largeur de la voie empruntée, de la longueur des portées et des courbes.

En aucun cas, la distance entre conducteurs sous tension de la ligne d'énergie électrique et le conducteur le plus voisin de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section ne peut être inférieure à 1,50 m.

d.4. Proximité du support de la ligne de télécommunication

Lorsque la ligne d'énergie électrique croise par le dessous une ligne de télécommunication visée dans cette sous-section ou lorsqu'elle lui est parallèle au même niveau ou à un niveau inférieur, la distance horizontale entre le conducteur, le plus voisin de la ligne d'énergie électrique et un support de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section n'est jamais inférieure à 1m.

e. Lignes à haute tension à «conducteurs nus ou assimilés»

Les lignes à haute tension à «conducteurs nus ou assimilés» respectent, à l'égard des lignes de télécommunication dont question dans cette sous-section, les prescriptions à observer à l'égard des lignes privées de télécommunication décrites au *point c.* de la *sous-section 7.1.6.5.*

Ne sont pas d'application pour les lignes de télécommunication dont question dans cette sous-section, les prescriptions à observer par les lignes privées de télécommunication décrites dans ce même au *point c.* de la *sous-section 7.1.6.5.*

f. **Mode de pose des conducteurs et filets de garde**

Les conducteurs de garde sont portés par des traverses métalliques fixées sur les ferrures ou sur les poteaux qui supportent les conducteurs d'énergie ou fixées sur des supports spéciaux.

La distance verticale entre les conducteurs de garde ou les filets de garde et le fil le plus bas de la ligne de télécommunication visée dans cette sous-section est de 1 m au moins. Si cette prescription n'est pas compatible avec la clause fixant la hauteur minimum qui doit rester libre en dessous de la ligne d'énergie, la ligne de télécommunication est relevée de la distance voulue.

Le développement en longueur des conducteurs de garde ou filets de garde, de part et d'autre du point de croisement, est tel qu'il empêche qu'un fil appartenant à une ligne de télécommunication visée dans

cette sous-section puisse venir en contact avec la ligne d'énergie sans rencontrer au préalable le dispositif de protection. Celui-ci est mis soigneusement à la terre à ses deux extrémités. De plus, si la longueur dépasse 200 m, on le pourvoit d'une ou de plusieurs prises de terre intermédiaires distribuées de manière que la distance entre deux prises consécutives ne dépasse pas en moyenne 200 m.

Pour les lignes supportées par des poteaux en bois ou par des ferrures fixées à des bâtiments, la mise à la terre des conducteurs ou des filets de garde se fait par l'intermédiaire d'un conducteur en cuivre, bronze, fer galvanisé ou acier galvanisé de 5 mm de diamètre au moins. Ce conducteur longe le poteau ou descend le long du mur portant la ferrure, à l'endroit où s'effectue la mise à la terre, et est protégé sur une hauteur minimum de 2,50 m à partir du sol. Il y a toutefois dispense d'installer cette protection si, sur la hauteur de 2,50 m au-dessus du sol, les attaches du conducteur de mise à la terre sont suffisamment résistantes et rapprochées pour rendre l'arrachement difficile sans l'emploi de moyens spéciaux.

Si la ligne est montée sur supports métalliques ou en béton armé, la mise à la terre du dispositif protecteur est réalisée par l'intermédiaire des supports ou des ferrures mis eux-mêmes soigneusement à la terre.

Sous-section 7.1.6.8. Voisinage avec des voiries ou voies

Les domaines considérés dans la présente sous-section sont :
- la grande voirie par terre ou par eau;
- les voies d'un chemin de fer de grande section;
- les voies d'un chemin de fer vicinal;
- les voies d'un tramway;
- les voies d'un métro;
- l'équipement aérien d'un trolleybus.

Les Ministres ayant respectivement l'Energie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, fixer des dispositions générales concernant :

- les traversées de ces domaines;
- le passage dans les agglomérations de lignes aériennes à haute tension – Emprunt longitudinal de la grande voirie par terre ou par eau;
- les lignes aériennes établies le long ou à la traversée des voies d'un chemin de fer vicinal, des voies d'un tramway, d'un métro ou de l'équipement électrique aérien d'un trolleybus;
- les lignes aériennes le long ou à la traversée des voies d'un chemin de fer à grande section ou à la traversée de celles-ci avec ou sans emprunt d'un ouvrage d'art.

Sous-section 7.1.6.9. Traversées de mur en basse tension

Pour les traversées de mur de lignes aériennes à basse tension, les prescriptions suivantes sont d'application en compléments de celles reprises au *point e.* de la *sous-section 5.2.1.1.* :
- lorsque les canalisations électriques sont posées à l'extérieur sur isolateurs, l'extrémité du conduit est munie d'une pipe en porcelaine ou matière équivalente comportant autant d'entrées distinctes qu'il y a de conducteurs; de plus, les conducteurs forment goutte d'eau à l'entrée de la pipe, à moins que celle-ci ne soit placée à un niveau plus élevé que le dernier isolateur de la canalisation électrique extérieure ;
- si les conducteurs sont nus, les traversées s'effectuent au moyen d'isolateurs de traversées ou de fourreaux en matière isolante non hydrophile; dans ce dernier cas, on utilise un fourreau par conducteur et l'entre axes est le même que celui adopté pour les conducteurs hors de la traversée.

Sous-section 7.1.6.10. Mises à la terre en haute tension

Les cas particuliers suivants dérogent aux prescriptions générales :
- la prise de terre destinée à la mise à la terre des parties métalliques inaccessibles installées sur des supports non métalliques de lignes à haute tension et ne comportant pas d'appareillage de transformation de tension ni d'appareillage de sectionnement, est réalisée suivant le *point b.2.* de la *sous-section 5.5.2.2.* Les exigences relatives à la valeur maximale de la résistance de terre, telle que définie dans le *point b.2.* de la *sous-section 4.2.5.2.*, ne sont pas d'application dans ce cas ;
- le placement d'un sectionneur de terre n'est pas requis pour les mises à la terre des supports des lignes à haute tension sur lesquelles il n'y a pas d'appareillage de transformation de tension ni d'appareillage de sectionnement installé.

Section 7.1.7. Contrôle des installations

Sous-section 7.1.7.1. Généralités

Les prescriptions spécifiques de la présente section complètent les prescriptions générales de la *Partie 6*.

Sous-section 7.1.7.2. Contrôle de conformité avant mise en usage

En exception au *poin*t b. de la *sous-section 6.4.5.3.*, la mesure de R_E n'est pas d'application dans le cas des supports non métalliques de lignes à haute tension ne comportant pas d'appareillage de transformation de tension ni d'appareillage de sectionnement.

Sous-section 7.1.7.3. Visites de contrôle

a. Périodicité des visites de contrôle en basse tension

En ce qui concerne les lignes aériennes et les canalisations électriques souterraines gérées par les gestionnaires de réseaux publics pour la distribution publique d'électricité et pour l'éclairage public, le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut soumettre tout ou partie desdites lignes à l'obligation de faire l'objet d'une visite de contrôle par un organisme agréé, et ce aux conditions qu'il détermine après consultation des gestionnaires du réseau public concernés.

b. Contrôle des installations de mise à la terre en haute tension

En exception de la *sous-section 6.5.6.3.*, certaines mesures ne sont pas d'application :
- la mesure de R_E et de Z_{EB} n'est pas d'application dans le cas de supports des lignes aériennes. Seule Z_E est mesurée lors des visites de contrôle;
- la mesure de R_E, Z_{EB}, Z_E n'est pas d'application dans le cas des supports non métalliques de lignes à haute tension ne comportant pas d'appareillage de transformation de tension ni d'appareillage de sectionnement.

Sous-section 7.1.7.4. Visite de contrôle par thermographie infrarouge de certaines lignes aériennes à haute tension

Chaque ligne aérienne à haute tension dont la tension nominale entre phases est au moins égale à 150 kV fait l'objet:

- d'une visite de contrôle par thermographie au plus tard douze mois après sa mise sous tension;
- d'une visite de contrôle par thermographie qui est répétée au moins tous les cinq ans.

Les visites de contrôle par thermographie sont réalisées par un organisme agréé selon les dispositions du *chapitre 6.3*.

La charge de la ligne soumise au contrôle doit, pendant le contrôle par thermographie, au moins être égale à 20% de la valeur nominale du courant de la ligne.

Le contrôle porte sur la totalité de la ligne afin de visualiser les anomalies thermiques de la ligne.

On entend par anomalie thermique: La température au point de mesure ne correspond pas à ce que l'on on pourrait s'attendre dans des conditions normales.

Les anomalies thermiques doivent être déterminées de manière univoque. Chaque anomalie thermique est déterminée:

- d'une part pour la charge sur base de la visualisation lors du contrôle (minimum 20%);
- d'autre part pour la charge nominale sur base d'une extrapolation (100%).

Le Ministre ayant l'Energie dans ses attributions peut fixer par arrêté:

- certaines prescriptions particulières concernant la visite de contrôle par thermographie;
- l'obligation de réaliser une visite de contrôle par thermographie pour d'autres lignes aériennes à haute tension.

Après la visite de contrôle, un rapport est rédigé. Ce rapport contient au moins:

- les éléments nécessaires à l'identification de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.;*
- l'identité de l'agent-visiteur de l'organisme agréé;
- le type d'appareil utilisé lors du contrôle;
- le type de contrôle: 1er contrôle ou contrôle périodique;
- la date du contrôle;

- la liste des lignes aériennes contrôlées et leur charge lors du contrôle;
- une description des anomalies thermiques constatées et leur localisation. Le rapport mentionne aussi l'extrapolation des anomalies thermiques constatées pour une charge nominale.

Ledit rapport de la visite de contrôle est classé dans le dossier de l'installation électrique.

Une copie de ce rapport est conservée au moins pendant cinq ans soit par l'organisme agréé, soit par l'autorité habilitée ayant effectué ladite visite de contrôle.

Le rapport de visite de contrôle doit être transmis au propriétaire, gestionnaire ou exploitant, soit par écrit, soit sous forme électronique.

Le rapport de visite de contrôle est montré par le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé à toute réquisition du fonctionnaire chargé de la surveillance. A la demande du fonctionnaire chargé de la surveillance, le propriétaire, le gestionnaire, l'exploitant ou l'organisme agréé sont également tenus de faire parvenir à l'administration une copie de ce document.

Section 7.1.8. Panneaux de signalisation en haute tension

Sous-section 7.1.8.1. Panneaux d'interdiction

Chaque support des lignes nues à haute tension est muni d'un panneau d'interdiction circulaire, comportant en bordure et en diagonale une bande rouge, et au centre sur fond blanc, le symbole noir se composant d'un trait représentant une pièce sous tension, un éclair et une silhouette d'homme conformément aux normes concernant ces panneaux.

Figure 7.15. Panneau d'interdiction

L'emplacement et les dimensions de ces panneaux sont choisis en tenant compte des dimensions des supports et, d'autre part, de la distance usuelle d'observation appropriée.

Dans les agglomérations, et en nombre suffisant, d'autres panneaux supplémentaires sont prévus sur certaines installations à haute tension, notamment les postes de transformation, leurs indications étant au moins un numéro complet du raccordement téléphonique de l'entreprise distributrice et l'inscription suivante:

«Ne pas toucher aux fils, même tombés à terre» ou

«Draden niet aanraken, ook als zij op de grond liggen» ou

«Das Berühren der Drähte, auch der zu Boden gefallenen, ist verboten»,

compte tenu des prescriptions qui régissent l'emploi des langues en matière administrative.

Sous-section 7.1.8.2. Numérotation des supports

Tous les supports des lignes d'énergie électrique à haute tension sont numérotés. Les inscriptions sont réalisées par un procédé qui les rend apparentes et durables.

Chapitre 7.2. Installations de chantiers et installations extérieures à basse tension et à très basse tension

Section 7.2.1. Domaine d'application

Les prescriptions générales des autres parties de ce Livre sont applicables aux installations et emplacements spéciaux traités dans ce *chapitre 7.2.* Les prescriptions du présent chapitre complètent ces prescriptions générales.

Les prescriptions du présent chapitre s'appliquent aux installations de chantiers et aux installations extérieures, à l'exception des lignes aériennes qui sont traitées au *Chapitre 7.1.*

Section 7.2.2. Protection contre les chocs électriques

Sous-section 7.2.2.1. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par coupure automatique de l'alimentation

Si la protection contre les chocs électriques par contacts indirects est assurée par la coupure automatique de l'alimentation, la tension limite conventionnelle absolue U_L est prise égale à 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Sous-section 7.2.2.2. Protection contre les chocs électriques par contacts indirects par la très basse tension de sécurité

Si la protection contre les chocs électriques par contacts indirects est assurée par la très basse tension de sécurité, la valeur maximale de la tension est de 25 V en courant alternatif, 36 V en courant continu non lisse ou 60 V en courant continu lisse.

Section 7.2.3. Choix et mise en œuvre des matériels électriques

Sous-section 7.2.3.1. Conditions d'influences externes

Les installations électriques extérieures et de chantiers, à l'exclusion de celles des quais et jetées, sont caractérisées par les influences externes suivantes:
- état du corps humain: BB2;
- présence d'eau: AD2 à AD4;
- contact avec le potentiel de la terre: BC3.

Sous-section 7.2.3.2. Canalisations électriques

Les canalisations électriques souples possèdent une résistance mécanique accrue et une isolation complémentaire et sont classées soit comme canalisation électrique classe II soit comme canalisation électrique de sécurité équivalant à celle de la classe II (voir sous-*section 2.7.1.2.*).

Sous-section 7.2.3.3. Matériel électrique

a. Tableau de répartition et de manoeuvre de chantier

A l'origine de chaque installation de chantiers, est disposé un ensemble comprenant un appareil général de commande et les dispositifs de protection principaux. Les dispositifs de sectionnement et de protection des circuits divisionnaires sont disposés dans le même tableau de répartition et de manoeuvre ou dans des tableaux de répartition et de manœuvre distincts.

L'alimentation des appareils d'utilisation s'effectue à partir de tableaux de répartition et de manœuvre comportant, suivant les besoins:
- les moyens de coupure;
- les dispositifs de protection contre les surintensités;
- les dispositifs de protection contre les contacts indirects;
- les socles de prises de courant.

Les tableaux de répartition et de manoeuvre prévus ci-dessus satisfont aux prescriptions del *sous-section 5.3.6.1.*

Les tableaux de répartition et de manoeuvre prévus peuvent être groupés ou distincts.

Les tableaux de répartition et de manoeuvre présentent une stabilité suffisante pour pallier les risques de renversement.

Ils sont aisément transportables. Si leur poids et leurs dimensions le justifient, ils sont munis d'une poignée ou d'un anneau de levage.

b. Socles de prises de courant d'installation de chantiers

Les socles de prises de courant sont mis à l'abri des dégradations mécaniques et disposés:
- soit à l'intérieur des tableaux de manœuvre et de répartition qui ne présentent pas de risque de renversement et peuvent, le cas échéant, être transportés aisément;
- soit, si nécessaire, sur des supports fixes.

Chapitre 7.3. Protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive

Pour les règles spécifiques à la protection contre les risques d'explosion en atmosphère explosive, les prescriptions du *Chapitre 7.102.* du Livre 1 et du *Chapitre 7.1.* du Livre 2 sont d'application.

Chapitre 7.4. Enceintes conductrices

Pour les règles spécifiques aux enceintes conductrices, les prescriptions du *Chapitre 7.6.* du Livre 1 sont d'application.

Chapitre 7.5. Batteries d'accumulateurs industriels

Pour les règles spécifiques aux batteries d'accumulateurs industriels, les prescriptions du *Chapitre 7.103.* du Livre 1 sont d'application.

Partie 8. Prescriptions particulières relatives aux installations électriques existantes

CHAPITRE 8.1. INTRODUCTION **227**
Section 8.1.1. Définitions **227**
Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE **227**
Section 8.1.3. Dispositions particulières **227**
CHAPITRE 8.2. DISPOSITIONS DÉROGATOIRES POUR LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES EXISTANTES **227**
Section 8.2.1. Anciennes installations électriques **227**
Section 8.2.2. Installations électriques ancien RGIE **227**
Sous-section 8.2.2.1. Généralités 227
Sous-section 8.2.2.2. Dispositions dérogatoires 228

Chapitre 8.1. Introduction

Section 8.1.1. Définitions

Pour l'application de la *partie 8*, on entend par:

Ancien RGIE: Règlement Général sur les Installations Electriques approuvé par les arrêtés royaux du 10/03/1981 et du 2/09/1981 et ses modifications.

Installation électrique existante: toute installation électrique ou partie d'une installation électrique dont l'exécution sur place a été entamée avant le xx xx xxxx et qui n'a pas fait l'objet d'un contrôle de conformité conformément au *chapitre 6.4.* du présent Livre.

Sont considérées comme installations électriques existantes:

- toute ancienne installation électrique ou partie d'une ancienne installation électrique dont la réalisation sur place a été entamée le 1/01/1983 au plus tard (appelée dans ce livre « ancienne installation électrique »);
- toute installation électrique ou partie d'une installation électrique qui a fait l'objet d'un examen de conformité conformément à l'ancien RGIE (appelée dans ce livre « installation électrique ancien RGIE »).

Section 8.1.2. Installations électriques existantes contrôlées sur base de l'ancien RGIE

Si une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, comporte des infractions à l'ancien RGIE, le propriétaire, le gestionnaire ou l'exploitant de l'installation électrique doit résoudre ces infractions. Les prescriptions de la *sous-section 9.1.3.2.* sont d'application.

La première visite de contrôle conformément à la *section 6.5.2.* pour une installation électrique existante, qui a été contrôlée par un organisme agréé sur base de l'ancien RGIE, est effectuée dans le délai prescrit par le dernier rapport établi selon les prescriptions de l'ancien RGIE.

Section 8.1.3. Dispositions particulières

Les Ministres ayant l'Énergie et le bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail dans leurs attributions peuvent fixer, par arrêté et chacun en ce qui le concerne, des prescriptions particulières relatives aux anciennes installations électriques et aux installations électriques ancien RGIE.

Chapitre 8.2. Dispositions dérogatoires pour les installations électriques existantes

Section 8.2.1. Anciennes installations électriques

Le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail est d'application pour les parties existantes des anciennes installations électriques dans ces lieux.

Section 8.2.2. Installations électriques ancien RGIE

Sous-section 8.2.2.1. Généralités

Les infractions au présent Livre dans une installation électrique conforme à l'ancien RGIE sont considérées comme résolues si:

- soit elles sont adaptées pour répondre aux dispositions du présent Livre;
- soit elles font l'objet d'une dérogation visée à la *sous-section 8.2.2.2.*;
- soit des mesures sur base d'une analyse des risques sont prises pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques est tenue à la disposition de l'organisme agréé chargé de la visite de contrôle et du fonctionnaire chargé de la surveillance. La référence du document est mentionnée dans le rapport de la visite de contrôle. Ce document fait partie du dossier de l'installation électrique. Il reprend:
- l'identification des parties existantes concernées de l'installation électrique;
- les conclusions de l'analyse des risques;
- la justification des mesures appliquées pour garantir la sécurité des personnes et des biens.

L'analyse des risques visée par le Titre 2 relatif aux installations électriques du livre III du code du bien-être au travail peut satisfaire à l'exigence de l'analyse des risques visée au 1er alinéa.

Sous-section 8.2.2.2. Dispositions dérogatoires

Les dispositions dérogatoires suivantes sont applicables aux parties existantes des installations électriques ancien RGIE:

1. Conformité du matériel électrique dans l'installation électrique

Il est autorisé, par dérogation aux prescriptions de la *sous-section 5.1.3.1.*, de laisser en service du matériel électrique dans une installation électrique tel que des boîtes de dérivation, des canalisations électriques, des dispositifs de protection, … qui a été installé alors conformément aux prescriptions de l'ancien RGIE et construit conformément aux règles de l'art au moment de son installation. Le matériel électrique ne doit pas compromettre la sécurité des personnes, en cas d'installation et d'entretien corrects et d'utilisation conforme à sa destination. Il est ou bien par sa construction ou bien par une protection supplémentaire adapté aux influences externes et aux conditions d'utilisation présentes ou raisonnablement prévisibles. Il est tenu compte des instructions éventuelles du fabricant du matériel électrique, relatives à l'installation, l'entretien et l'utilisation sûre de ce matériel.

2. Plan schématique et plaque indicatrice

Il est autorisé, par dérogation aux *sections 3.1.2., 3.1.3. et 5.1.6.* de satisfaire aux prescriptions suivantes pour les parties existantes des installations électriques non-domestiques ancien RGIE:

2.1. En basse tension et en très basse tension

a. Plan schématique ou description

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique ou d'une description mentionnant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la nature et la constitution des circuits principaux;
- l'emplacement et les caractéristiques des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits principaux.

Ce plan schématique ou cette description est tenu à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

b. Repérage de circuits

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection des circuits principaux sont repérés de manière claire et visible par un affichage individuel qui permet l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou transformations de l'installation.

Pour permettre l'identification des câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications qui sont répétées de distance en distance.

2.2. En haute tension

a. Plan schématique ou description

L'installation électrique fait l'objet d'un plan schématique et d'une description indiquant notamment:
- les tensions et la nature des courants;
- la puissance de court-circuit maximale prévisible dans l'état normal des réseaux de distribution à l'endroit de l'installation;
- la nature et la constitution des circuits;

- les caractéristiques et les réglages des dispositifs assurant la coupure de sécurité et de sectionnement des circuits;
- la situation des prises de terre.

Ce plan schématique et cette description sont tenus, sur place, à la disposition de toute personne autorisée à surveiller, contrôler ou travailler à cette installation électrique.

b. Repérage de circuits

Les appareils de coupure et les dispositifs de protection sont repérés de manière claire et visible par des indications en matériaux durables qui permettent l'identification des circuits, à moins que toute possibilité de confusion soit écartée.

Les circuits sont au besoin établis de façon à permettre leur identification ultérieure lors des vérifications, essais, réparations ou transformations de l'installation.

Pour permettre l'identification de câbles apparents groupés, il est fait usage, si cela s'avère indispensable, d'indications répétées de distance en distance.

3. Serrure de sécurité

Il est autorisé, par dérogation de la *sous-section 4.2.2.2. point b.*, de laisser en service les poteaux d'éclairage et de signalisation:
- équipés d'une serrure qui n'est pas une serrure de sécurité, et
- dont les parties actives ne sont pas protégées par un écran ou plusieurs écrans intérieurs avec un degré de protection IPXX-B.

Cette dérogation est d'application pour les poteaux dont l'installation sur place est réalisée avant le xx xx xxxx.

Partie 9. Prescriptions générales à observer par les personnes

CHAPITRE 9.1. DEVOIRS DU PROPRIÉTAIRE OU GESTIONNAIRE 233
Section 9.1.1. Généralités 233
Section 9.1.2. Visite de routine des installations électriques à haute tension 233
Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle 233
Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité 233
Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle 233
Section 9.1.4. Localisation des canalisations électriques souterraines 234
Section 9.1.5. Document des influences externes 234
Section 9.1.6. Plans de zonage 235
Section 9.1.7. Accidents 235
CHAPITRE 9.2. ATTRIBUTION DE LA CODIFICATION BA4/BA5 235
CHAPITRE 9.3. TRAVAUX AUX INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES 236
Section 9.3.1. Domaine d'application 236
Section 9.3.2. Prescriptions générales 236
Sous-section 9.3.2.1. Principe de base 236
Sous-section 9.3.2.2. Personnel 236
Sous-section 9.3.2.3. Organisation 236
Section 9.3.3. Travaux d'exploitation 237
Sous-section 9.3.3.1. Généralités 237
Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension 237
Section 9.3.4. Procédures de travail 238
Sous-section 9.3.4.1. Préparation 238
Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension 239
Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension 241
Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension 243
Section 9.3.5. Travaux d'entretien 244
Sous-section 9.3.5.1. Généralités 244
Sous-section 9.3.5.2. Personnel 245
Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation 245
Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement 245
Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire 246
Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation 246
Section 9.3.6. Précautions particulières 246
Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains 246
Sous-section 9.3.6.2. Notification de l'exécution d'un travail de pose de lignes ou câbles 246
Sous-section 9.3.6.3. Modalités d'exécution d'un travail de pose de lignes ou câbles 247
Sous-section 9.3.6.4. Contrôle d'un travail de pose de lignes ou câbles 248
Sous-section 9.3.6.5. Précautions temporaires 248
CHAPITRE 9.4. PANNEAUX DE SIGNALISATION 249
Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques 249
Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction 249
Section 9.4.3. Panneaux d'information 249
Section 9.4.4. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation 249
CHAPITRE 9.5. INTERDICTIONS 250

Chapitre 9.1. Devoirs du propriétaire ou gestionnaire

Section 9.1.1. Généralités

Le propriétaire, le gestionnaire d'une installation électrique d'un établissement occupant des personnes visées à l'article 2 de la loi du 4 août 1996 relative au bien-être des travailleurs lors de l'exécution de leur travail ou la personne qui agit en son nom, est tenu:

1. d'en assurer l'entretien;
2. de prendre toutes dispositions nécessaires pour que les dispositions du présent Livre soient en tout temps observées;
3. en cas d'exécution de travaux aux installations sous tension, de mettre à la disposition des personnes qui les effectuent le matériel de sécurité nécessaire;
4. de tenir à la disposition de son personnel qui peut les consulter:
   a. un exemplaire du texte du présent Livre;
   b. le dossier de l'installation électrique qui comporte:
      - les plans schématiques de l'installation électrique dont question à la *section 3.1.2.*;
      - pour les ensembles d'appareillage à basse tension et les systèmes d'ensemble, les déclaration de conformité;
      - le rapport du contrôle de conformité, le dernier et l'avant-dernier rapport de visite de contrôle de l'installation électrique;
   c. les instructions écrites et consignes qu'il doit donner en vue d'assurer tant la sécurité du personnel que le sauvetage en cas d'accident;
   d. les éventuelles analyses des risques.
5. de remettre à chacune des personnes mandatées mentionnées au *chapitre 9.3.* un exemplaire du texte du présent Livre ainsi qu'une copie des instructions et consignes mentionnées au point *4.c.*;
6. de s'assurer que le personnel connaît et comprend les prescriptions réglementaires et les instructions qu'il a pour mission d'observer ou de faire observer;
7. de faire afficher en des endroits judicieusement choisis une instruction relative aux premiers soins à donner en cas d'accident d'origine électrique;
8. d'aviser la Direction générale de l'Energie du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie de tout accident survenu à des personnes et dû, directement ou indirectement, à la présence d'installations servant à la production, à la transformation, au transport, à la distribution ou à l'utilisation de l'énergie électrique.

Section 9.1.2. Visite de routine des installations électriques à haute tension

L'exploitant d'une installation électrique à haute tension, son mandataire ou son préposé visite ou fait visiter ses installations à une fréquence qu'il détermine dans le but de veiller à conserver leur bon état de sécurité.

Le visiteur a pour devoir de signaler sur-le-champ à son mandant les défectuosités qu'il constate. Ses observations sont consignées à cet effet dans un registre particulier. Ce registre est mis à la disposition de l'organisme agréé ou de l'autorité compétente mentionnés au *chapitre 6.3.*, ainsi que des agents et fonctionnaires chargés du contrôle et de la haute surveillance de l'installation.

Section 9.1.3. Installations en infraction lors du contrôle de conformité ou de la visite de contrôle

Sous-section 9.1.3.1. Contrôle de conformité

Aucune installation ou partie d'installation électrique pour laquelle des infractions au présent Livre sont constatées lors du contrôle de conformité ne peut être mise en usage.

Pour le cas visé à la *sous-section 6.4.7.3. 4ème* alinéa dont le contrôle de conformité a été réalisé après la mise en usage, les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment du contrôle de conformité sont exécutés sans retard et toutes mesures adéquates prises pour qu'en cas de maintien en service de l'installation lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Sous-section 9.1.3.2. Visite de contrôle

Les travaux nécessaires pour faire disparaître les infractions constatées au moment de la visite de contrôle périodique sont exécutés sans retard et toutes les mesures adéquates sont prises pour qu'en cas

de maintien en service de l'installation, lesdites infractions ne constituent pas un danger pour les personnes et les biens.

Section 9.1.4. Localisation des canalisations électriques souterraines

Le propriétaire d'une canalisation électrique souterraine est, en tout temps, à même de tenir à disposition les plans des canalisations souterraines, ou à défaut, de donner les indications nécessaires pour localiser celle-ci.

Il le fait dans un délai de sept jours ouvrables, à partir de la réception de la demande qui lui est adressée à cet effet, à quiconque est autorisé à exécuter les travaux dans le voisinage du câble.

Section 9.1.5. Document des influences externes

Les influences externes y compris les lieux dans lesquelles celles-ci sont d'application, sont déterminées sur la base de données fournies par l'exploitant des lieux dans lesquels se situe l'installation.

Ces données sont apposées dans le document des influences externes. Le document, sous forme de plan, de tableau ou de liste, détermine de manière unique les influences externes des lieux. Dans le cas où il n'y aurait pas d'influences externes spécifiques à prendre en considération, telles que celles reprises au tableau des influences externes non spécifiques ci-après, le document le confirme. Le document doit être paraphé par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe le document pour réception lors du contrôle. La correspondance entre le document et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Les influences externes non spécifiques sont mentionnées dans le *tableau 9.1.*

Tableau 9.1. Influences externes non spécifiques

Température ambiante	**AA**	1	2	3			6	7	
Présence d'eau	**AD**		2	3	4	5	6	7	8
Présence de corps solides étrangers	**AE**		2	3	4				
Présence de substances corrosives ou polluantes	**AF**		2	3	4				
Contraintes mécaniques dues aux chocs	**AG**		2	3					
Contraintes mécaniques dues aux vibrations	**AH**		2	3					
Présence de flore et/ou moisissures	**AK**		2						
Présence de faune	**AL**		2						
Influences électriques, électromagnétiques ou ionisantes	**AM**		2	3	4	5	6		
Rayonnements solaires	**AN**		2						
Compétence des personnes	**BA**		2	3	4	5			
Etat du corps humain	**BB**		2	3					
Contact des personnes avec le potentiel de terre	**BC**				4				
Possibilités d'évacuation des personnes en cas d'urgence	**BD**		2	3	4				
Nature des matières traitées ou entreposées	**BE**		2	3	4				
Matériaux de construction	**CA**		2						
Structure des bâtiments	**CB**		2	3	4				

Note : Les influences externes non spécifiques sont repérées par des cases noires.

L'exploitant de multiples installations du même type ou son délégué peut, par type d'installation, établir une liste particulière d'influences externes non spécifiques. Cette liste doit être paraphée par l'exploitant ou son délégué et par le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* La liste doit être paraphée par l'exploitant ou son délégué avant la conception et la réalisation de l'installation. Le représentant de l'organisme agréé visé au *chapitre 6.3.* paraphe la liste pour réception lors du contrôle. La correspondance entre la liste et l'installation doit être vérifiée par le représentant de l'organisme agréé.

Section 9.1.6. Plans de zonage

Les spécifications pour la réalisation des plans de zonage concernant les risques d'explosion sont décrites dans le *chapitre 7.3*.

Section 9.1.7. Accidents

Indépendamment des prescriptions de la section *9.1.3.*, l'exploitant de la ligne d'énergie électrique informe, dans le délai le plus bref, les administrations, les concessionnaires de la voirie par eau, les concessionnaires ou titulaires de permissions de voirie intéressés, de toute avarie susceptible de compromettre la sécurité des personnes ou des biens, soit directement soit indirectement par cette ligne ou par le courant qu'elle transporte.

Sont désignés spécialement, suivant le cas, pour recevoir cette information:
1. le cantonnier, l'agent ou le garde des Voies navigables ou, à leur défaut, le conducteur des Ponts et Chaussées du ressort, lorsqu'il y a emprunt de la voirie par terre ou par eau, gérée par l'Etat;
2. le chef de la gare la plus rapprochée du lieu de l'accident, lorsqu'il y a traversée des voies d'un chemin de fer à grande section;
3. le chef de dépôt de la ligne vicinale, lorsque la ligne d'énergie électrique est établie le long ou à la traversée d'un chemin de fer vicinal;
4. l'exploitant d'un tramway, lorsque la ligne d'énergie électrique est établie le long ou à la traversée des voies d'un tramway;
5. l'exploitant d'un trolleybus, lorsque la ligne d'énergie électrique est établie le long ou à la traversée de l'équipement électrique aérien d'un trolleybus;
6. le siège social de la Société régionale concernée des Transports Intercommunaux;
7. le commissaire voyer du ressort, lorsqu'il y a emprunt de la voirie par terre ou par eau, gérée par une province;
8. les administrations communales intéressées, lorsqu'il y a emprunt de la voirie gérée par les communes;
9. dans tous les cas, la Direction générale de l'Energie du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie.

Ledit exploitant fournit toutes les indications de nature à permettre, le cas échéant, une remise en ordre des installations relevant des administrations ou concessionnaires intéressés (endroit précis de l'accident, nature exacte des dégâts ...).

La notification d'un accident ou d'un dommage occasionné par suite d'un contact direct ou indirect entre une ligne d'énergie électrique et une ligne de télécommunication relevant du Ministère de la Défense Nationale, du Ministère des Travaux Publics, des opérateurs du réseau public de télécommunication, des Chemins de Fer Belges, des Chemins de Fer Concédés, de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux ou de la Société concernée des Transports Intercommunaux se fait dans les conditions suivantes.

L'exploitant d'une ligne d'énergie électrique, qui reçoit connaissance d'un accident causé aux personnes ou d'un dommage de quelque importance occasionné aux biens du fait de l'établissement d'une ligne d'énergie électrique, en informe le service intéressé par la voie la plus prompte.

L'avertissement précise, autant qu'il est possible et sans en retarder l'envoi, le lieu où s'est produit l'accident et la nature de celui-ci.

Chapitre 9.2. Attribution de la codification BA4/BA5

La compétence des personnes qui est codifiée sous BA4 ou BA5 est attribuée aux travailleurs par l'employeur. La diversité de cette attribution selon le type d'installation électrique ou le type de travaux pour lesquels cette compétence est valable, doit être déterminée.

Nonobstant les déterminations du chapitre VI du livre 3, titre 2 du Code du bien-être au travail concernant les installations électriques sur les lieux de travail, l'employeur tient au moins compte lors de l'appréciation de la compétence des personnes et lors de l'attribution de la codification BA4 ou BA5 à ces personnes:
- des connaissances du travailleur relatives aux risques qui sont occasionnés par les installations électriques, acquises par formation ou par expérience au sein ou à l'extérieur de l'institution de l'employeur;
- du type et de la diversité des installations électriques comme par exemple, haute et basse tension, les systèmes de réseaux, nature du matériel électrique appliqué (par ex. matériel électrique

classique, matériel anti-explosif),... pour lesquels ces connaissances sont applicables;
- la diversité des activités à une installation électrique ou à proximité de celle-ci (travaux sous tension, à proximité des parties sous tension, travaux hors tension, manœuvre aux installations électriques, travaux de contrôle, d'inspection et de mesure),... pour lesquels ces connaissances sont applicables.

Cette appréciation de la compétence, y compris la description des installations et les travaux pour lesquels l'appréciation est valable, est traçable.

L'attribution de la codification de la compétence de personnes qui est caractérisée par le code BA4 ou BA5 à un travailleur est fixée par l'employeur dans un document, qui, outre le nom du travailleur, détermine clairement pour quelles compétences et pour quelles installations électriques la compétence est valable (entre autres par une description des activités autorisées, une description des installations électriques auxquelles ou à proximité desquelles il est permis de travailler,...), avec des limites particulières éventuelles, la durée et des conditions éventuelles pour le maintien de la compétence.

Nonobstant la codification de la compétence BA4/BA5 les employeurs, chacun dans son domaine de compétence et à son niveau, sont tenus:
- de veiller à ce que chaque personne concernée reçoive une formation suffisante et adéquate axée en particulier sur son poste de travail ou sa fonction;
- de prendre en considération la compétence des personnes concernées sur le plan de la sécurité et de la santé au cas où elles sont chargées de l'exécution d'un travail à une installation électrique ou à proximité de celle-ci;
- de contrôler si la répartition des tâches est faite de telle façon que les divers travaux à une installation électrique ou à proximité de celle-ci soient exécutés par des personnes ayant ou ayant maintenu la compétence exigée, qui ont reçu la formation et les instructions exigées.

Chapitre 9.3. Travaux aux installations électriques

Section 9.3.1. Domaine d'application

Ce chapitre:
- s'applique à tous les travaux sur, avec ou dans l'environnement des installations électriques;
- ne s'applique pas aux personnes lors de l'utilisation d'installations électriques conçues et installées pour être utilisées par des personnes codifiées BA1, BA2 ou BA3, telles que définies à la *section 2.10.11.*

Section 9.3.2. Prescriptions générales

Sous-section 9.3.2.1. Principe de base

Tous les travaux doivent être précédés d'une estimation des risques, qui permet de préciser comment les travaux doivent être préparés et réalisés pour assurer la sécurité.

Pour des travaux d'exploitation ou des travaux répétitifs ayant lieu dans les mêmes circonstances une procédure générale écrite basée sur une estimation des risques suffit.

Tous les équipements de protection collective et individuelle ainsi que tous les moyens de travail (outils, appareils de mesure...) utilisés, doivent être adaptés de façon appropriée, entretenus dans une condition satisfaisante pour l'utilisation, et être correctement utilisés.

Si nécessaire, une signalisation adéquate doit être mise en place durant toute la durée des travaux.

Il doit être remédié sans délai aux défauts présentant un danger immédiat.

Sous-section 9.3.2.2. Personnel

Toute personne impliquée dans les travaux doit être instruite des prescriptions de sécurité et des instructions de l'établissement applicables à son travail. Celles-ci doivent être rappelées au cours des travaux lorsqu'ils sont longs ou lors d'une modification des conditions de travail.

Sous-section 9.3.2.3. Organisation

Chaque installation électrique doit être placée sous la responsabilité du chargé de l'installation électrique.

Tous travaux doivent être sous la responsabilité du chargé des travaux.

Le chargé des travaux et le chargé de l'installation électrique doivent prendre des dispositions de commun accord pour garantir l'exécution sûre des travaux.

Le chargé de l'installation électrique et le chargé des travaux peuvent être une seule et même personne.

La zone de travail doit être définie par le chargé des travaux et après consultation du chargé de l'installation. Un espace de travail adéquat et des moyens d'accès doivent être prévus.

Si l'estimation des risques en démontre la nécessité:
- la zone de travail et/ou l'accès à la zone de travail doit être balisé;
- une préparation des travaux par écrit doit être faite.

Toute information nécessaire, verbale ou écrite ou visuelle, doit être transmise d'une manière fiable et non ambiguë.

Pour éviter des erreurs quand l'information est transmise verbalement, le destinataire doit répéter l'information à l'expéditeur, qui doit à son tour confirmer qu'elle a été bien reçue et comprise.

L'autorisation de commencer les travaux et de remettre l'installation électrique sous tension après achèvement des travaux ne peut être donnée par signaux émis automatiquement ou par entente préalable après un intervalle de temps déterminé.

Section 9.3.3. Travaux d'exploitation

Sous-section 9.3.3.1. Généralités

Les travaux d'exploitation sont soumis à l'accord du chargé de l'installation électrique et doivent être réalisés par des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5). Le chargé de l'installation doit, si exigé, être informé lorsque les actes d'exploitation courante sont terminés.

Les personnes effectuant des travaux d'exploitation doivent prendre des précautions appropriées contre les risques électriques. Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les moyens de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

Le cas échéant, les règles de travail hors tension, travail sous tension ou travail au voisinage de pièces sous tension doivent être appliquées.

Les appareils de mesure et d'essais doivent être contrôlés sur leur bon fonctionnement avant et si nécessaire après utilisation.

Les vérifications doivent être réalisées par des personnes qualifiées (BA5) possédant une expérience des vérifications d'installations similaires. Les vérifications doivent être exécutées avec du matériel approprié de façon à prévenir le danger tout en prenant en compte, si nécessaire, les contraintes imposées par la présence de pièces nues sous tension.

Quand des essais sont réalisés en utilisant une source d'alimentation extérieure des précautions doivent être prises pour s'assurer que:
- l'installation soit séparée de toute source d'alimentation normale;
- l'installation ne puisse être réalimentée par aucune autre source d'alimentation;
- des mesures de sécurité contre le risque électrique soient prises pendant la durée des essais pour tout le personnel présent;
- les points de séparation présentent une isolation suffisante pour résister à l'application simultanée de la tension d'essai d'un côté et de la tension de service de l'autre côté.

Sous-section 9.3.3.2. Manœuvre sous courant et manœuvre sous tension

a. En basse tension

Dans les installations à basse tension de 2ème catégorie, il est interdit de manœuvrer les coupe-circuit à fusibles sous courant.

La manœuvre des sectionneurs à basse tension de 2ème catégorie sous courant n'est tolérée que dans les opérations de mise en ou hors service d'installations dans lesquelles la puissance apparente installée ne dépasse pas 100 kVA.

Cependant, cette prescription n'est pas d'application lorsque les sectionneurs commandent des coupe-circuit pourvus d'appareils limitant le courant, à condition toutefois que le personnel soit protégé pendant le manœuvre.

Les manœuvres exécutées par action directe sur des parties actives, des sectionneurs et coupe-circuit à fusibles à basse tension de 2ème catégorie, ne peuvent se faire qu'en utilisant des engins dont l'ensemble comporte au moins deux éléments isolants en série, chacun d'eux présentant un isolement suffisant, approprié à la tension nominale du réseau. Une perche de manœuvre présentant un niveau d'isolation équivalent à celui de l'ensemble précité peut être utilisée à cet effet.

La vérification de présence ou d'absence de tension, de la concordance des phases... au moyen d'un appareil portatif en basse tension de 2ème catégorie, ne peut se faire que si ledit appareil présente un isolement suffisant approprié à la tension nominale du réseau.

b. En haute tension

Dans les installations à haute tension, il est interdit de manœuvrer les coupe-circuit à fusibles sous courant; exception peut être faite à cette règle en ce qui concerne les coupe-circuit à fusibles protégeant les transformateurs de potentiel et les transformateurs dont la puissance n'excède pas 10 kVA, à la condition que pour ces derniers, le circuit basse tension soit entièrement coupé avant la manœuvre des coupe-circuit primaires.

La manœuvre des sectionneurs à haute tension sous courant n'est tolérée que dans les opérations de mise en ou hors service d'installations dans lesquelles la puissance apparente installée ne dépasse pas 100 kVA.

Cependant, cette prescription n'est pas d'application dans le cas d'interrupteurs à l'air libre des lignes aériennes, manœuvrées à distance et munis de cornes ou de tout autre dispositif approprié à la rupture d'intensités notables de courant.

Il en est de même lorsque les sectionneurs commandent des coupe-circuit pourvus d'appareils limitant le courant, à condition toutefois que le personnel soit protégé pendant le manœuvre.

Les manœuvres exécutées par action directe sur des parties actives, des sectionneurs et coupe-circuit à fusibles à haute tension, ne peuvent se faire qu'en utilisant des engins dont l'ensemble comporte au moins deux éléments isolants en série, chacun d'eux présentant un isolement suffisant, approprié à la tension nominale du réseau. Une perche de manœuvre présentant un niveau d'isolation équivalent à celui de l'ensemble précité peut être utilisée à cet effet.

La vérification de présence ou d'absence de tension, de la concordance des phases,... au moyen d'un appareil portatif en haute tension ne peut se faire que si ledit appareil présente un isolement suffisant approprié à la tension nominale du réseau.

Lorsque le matériel électrique est alimenté directement par un réseau à haute tension, la commande ou la manœuvre de ce matériel ne peut être confiée qu'à des personnes averties (BA4) ou qualifiées (BA5).

Section 9.3.4. Procédures de travail

Sous-section 9.3.4.1. Préparation

a. Généralités

Le chargé de l'installation ou le chargé des travaux s'assure que des consignes spécifiques et détaillées soient données avant le début du travail au personnel effectuant le travail. Il s'assure que ces instructions soient comprises et appliquées.

Avant le début du travail, le chargé des travaux informe le chargé de l'installation, de la nature, l'endroit, le planning du travail envisagé et les conséquences pour l'installation électrique.
Dans le cas de travaux planifiés à l'avance, à l'exception des travaux d'exploitation, l'information se fait par écrit.

Seul le chargé de l'installation peut donner l'autorisation de commencer les travaux. Cette procédure doit être définie également en cas d'interruption.

Les travaux sont effectués en principe hors tension.
Les travaux sous tension peuvent seulement être exécutés pour autant que les trois conditions suivantes soient respectées:

- que les caractéristiques de l'installation électrique le permettent et
- qu'une méthode de travail adéquate soit appliquée et
- que les exigences du service l'imposent.

b. Induction

Des conducteurs ou des parties conductrices à proximité de conducteurs sous tension peuvent être influencés électriquement. Nonobstant les prescriptions des *sous-sections 9.3.4.2.* et *9.3.4.4.*, des précautions spécifiques doivent être prises lorsqu'on travaille sur lesdits conducteurs ou parties conductrices soumises à l'induction:
- par mise à la terre à des intervalles adéquats de façon à réduire le potentiel entre conducteurs et terre à un niveau de sécurité;
- par des liaisons équipotentielles sur la zone de travail afin d'éviter toute possibilité que des personnes puissent pénétrer dans une boucle d'induction.

c. Conditions atmosphériques

En cas de conditions atmosphériques défavorables, des restrictions doivent être appliquées. Si c'est nécessaire pour prévenir le danger, les travaux aux installations en plein air ou sur un appareil directement connecté à une telle installation, doivent lorsqu'on voit des éclairs ou qu'on entend le tonnerre ou en cas d'arrivée d'un orage, être cessés immédiatement; ceci doit être communiqué au chargé de l'installation.

Si la visibilité est mauvaise sur la zone de travail, aucun travail ne doit être entrepris ou poursuivi.

Sous-section 9.3.4.2. Travaux hors tension

a. Prescriptions essentielles

Pour s'assurer que l'installation électrique dans la zone de travail est et reste hors tension pendant la durée des travaux, les mesures suivantes doivent être appliquées:
- préparer les travaux;
- séparer l'installation électrique;
- s'assurer contre la réalimentation de l'installation électrique;
- contrôler l'absence de tension;
- mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit;
- baliser et/ou protéger l'installation électrique;
- mettre l'installation électrique à disposition.

b. Préparer les travaux

La préparation comprend l'identification des installations sur lesquelles il faut travailler ainsi que l'identification des mesures à prendre afin de garantir la sécurité et de pouvoir mettre à disposition l'installation.

c. Séparer

La partie de l'installation sur laquelle le travail doit être réalisé doit être séparée de toutes sources d'alimentation suivant les prescriptions de la *sous-section 5.3.3.1.*

d. S'assurer contre la réalimentation

d.1. Généralités

Tous les dispositifs de manœuvre qui ont été utilisés pour séparer l'installation électrique sur la zone de travail doivent être prémunis contre toute possibilité de réenclenchement, de préférence par verrouillage du mécanisme de manœuvre. En l'absence de possibilités de verrouillage mécanique, d'autres dispositions doivent être prises de façon à se prémunir contre toute remise sous tension intempestive. Si une source d'énergie auxiliaire est nécessaire pour la manœuvre du dispositif de coupure, cette source d'énergie doit être rendue inopérante.

d.2. En basse tension et en très basse tension

Des panneaux d'interdiction doivent être mis en place de manière à interdire toute manœuvre. Cette imposition n'est pas requise pour les systèmes automatiques de sectionnement prévus dans la *section 5.3.3.*

d.3. En haute tension

Des panneaux d'interdiction doivent être mis en place de manière à interdire toute manœuvre.

e. Contrôler l'absence de tension

L'absence de tension doit être vérifiée par des dispositifs appropriés sur tous les conducteurs actifs de l'installation électrique dans la zone de travail ou aussi près que possible de celle-ci.

f. Mettre à la terre, décharger et mettre en court-circuit

f.1. Généralités

Sur la zone de travail toutes les parties sur lesquelles un travail doit être entrepris doivent être mises à la terre et en court-circuit. Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être raccordés en premier au point de mise à la terre et ensuite aux parties actives à mettre à la terre.

Les parties actives de ladite installation électrique présentant encore des charges capacitives après séparation doivent être déchargées à l'aide de dispositifs appropriés.

Les installations qui, après séparation présentent éventuellement une tension résiduelle, ne pourront être mises en court-circuit que lorsque la tension résiduelle aura totalement disparue.

Les équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être visibles, pour autant que cela soit possible, depuis la zone de travail. Si tel n'est pas le cas les connexions de mise à la terre doivent être placées aussi près de la zone de travail que raisonnablement praticable.

Lorsqu'au cours des travaux des conducteurs doivent être sectionnés ou raccordés et s'il y a risque de différences de potentiel sur l'installation, des mesures appropriées, telles que shuntage et/ou mise à la terre, doivent être prises sur la zone de travail avant sectionnement ou raccordement des conducteurs.

Dans tous les cas on doit s'assurer que les dispositifs et/ou les équipements de mise à la terre (sectionneurs de mise à la terre, câbles, clames...) soient appropriés au courant de court-circuit présumé.

Des précautions doivent être prises pour assurer que les mises à la terre restent sûres pendant le temps où le travail est en cours, excepté lorsque les connexions de terre doivent être enlevées lors de mesurages ou d'essais qui ne peuvent pas être exécutés en présence de mise en court-circuit ou de mise à la terre. Dans ce cas des précautions additionnelles ou alternatives doivent être prises.

f.2. En basse tension et en très basse tension

L'obligation mentionnée en *f.1.* pour la mise à la terre et en court-circuit des installations de basse tension et de très basse tension dans le lieu de travail est seulement obligatoire s'il y a risque de remise sous tension des installations, par exemple:
- lignes aériennes croisées par d'autres lignes ou influencées électriquement;
  installations qui peuvent être alimentées par des sources de secours.

f.3. En haute tension

Pour les lignes aériennes à conducteurs nus ou assimilés, les mises à la terre et en court-circuit doivent être réalisées aussi près que possible de part et d'autre de la zone de travail, sur tous les conducteurs entrant dans cette zone; au moins un des équipements ou dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doit être visible depuis la zone de travail. Ces règles comportent les exceptions suivantes:
- pour des travaux spécifiques et, pour autant que la continuité des conducteurs ne soit pas interrompue pendant le travail, l'installation d'un seul dispositif de mise à la terre et en court-circuit sur la zone de travail est autorisée;
- lorsqu'il n'est pas possible de détecter visuellement les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit aux limites de la zone de travail, un dispositif local de mise à la terre et en court-circuit doit être mis en place.

Quand un travail n'est effectué que sur un seul conducteur d'une ligne aérienne, la mise en court-circuit n'est pas exigée sur la zone de travail, si les conditions suivantes sont satisfaites:
- tous les points de séparation sont mis à la terre et en court-circuit conformément au *point f.1.*;
- le conducteur sur lequel le travail est réalisé et toutes les pièces conductrices à l'intérieur de la zone de travail sont reliées électriquement entre elles et mises à la terre par des équipements ou dispositifs appropriés;
- le conducteur mis à la terre, la zone de travail et le travailleur sont à une distance supérieure à D_L (voir figures à la *section 2.11.1.*) des autres conducteurs de la même installation électrique.

Pour les lignes aériennes isolées, les câbles ou les autres conducteurs isolés, les mises à la terre et en court-circuit doivent être réalisées sur les parties nues des points de séparation de l'installation, aussi près que possible et de part et d'autre de la zone de travail.

g. Baliser et/ou protéger

Lorsque des parties d'une installation électrique dans l'environnement immédiat de la zone de travail restent sous tension, il y a lieu de baliser et/ou de protéger dans le respect des prescriptions de la *sous-section 9.3.4.4.*

h. Mettre à disposition

L'autorisation de commencer le travail doit être donnée par le chargé de l'installation. Le chargé des travaux doit informer le personnel qu'ils peuvent débuter les travaux dans la partie mise à disposition.

Le chargé des travaux ne peut donner l'autorisation de commencer les travaux aux exécutants que lorsque les mesures décrites aux *points b.* à *g.* ont été prises.

i. Remise sous tension

Après l'arrêt ou l'achèvement des travaux et réalisation des contrôles, les personnes qui ne sont plus indispensables doivent quitter la zone de travail. Tous les équipements de travail, la signalisation et les équipements de protection collective utilisés pendant les travaux doivent être retirés s'ils ne sont pas nécessaires pendant la suite éventuelle des travaux.

Les mesures mentionnées aux *point*s *c.* à *g.* qui ont été prises pour assurer la sécurité pendant les travaux doivent être supprimées.

Dès qu'une des mesures mentionnées dans la présente sous-section prises pour mettre l'installation électrique en sécurité a été supprimée, cette partie de l'installation électrique ne peut plus être considérée comme une zone permettant le travail hors tension.

Ce n'est qu'après que le chargé des travaux est certain que l'installation électrique est prête à être réalimentée d'une manière sûre, qu'il a le devoir de signaler au chargé de l'installation que les travaux sont terminés.

Ce n'est qu'alors que la procédure de remise sous tension peut être entreprise.

Les travaux pour mettre l'installation à nouveau sous tension, doivent être effectués sous la responsabilité du chargé de l'installation.

Sous-section 9.3.4.3. Travaux sous tension

a. Généralités

Les travaux sous tension ne peuvent débuter qu'après avoir préalablement pris toutes les mesures pour supprimer les risques de brûlures, d'incendie et d'explosion.

Des mesures de protection pour éviter les chocs électriques et les courts-circuits doivent être mises en œuvre pour le travail sous tension.

Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les équipements de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure...) doivent être appropriés pour cette application.

b. Formation spécifique et qualification

Seules les personnes ayant suivi une formation spécifique, peuvent, après évaluation positive de leurs compétences, effectuer des travaux sous tension.

L'aptitude à réaliser des travaux sous tension doit être maintenue soit par la pratique, soit par une formation permanente ou supplémentaire.

c. Méthodes de travail – Définitions

c.1. Généralités

Travail à distance > D_L: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne reste à une distance spécifiée des pièces nues sous tension et exécute son travail à l'aide d'équipements de travail isolants appropriés.

Travail au contact: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne, dont les mains sont électriquement protégées par des gants isolants et éventuellement par des protège-bras isolants, exécute son travail en contact mécanique direct avec des pièces nues sous tension.

Travail au potentiel: méthode de travail sous tension dans laquelle la personne exécute son travail en contact électrique avec les parties actives, après avoir été porté au potentiel et isolé de son environnement.

c.2. En basse tension et en très basse tension

Concernant la définition de «travail au contact», l'usage des gants isolants n'exclut en rien l'usage d'outils manuels isolants ou isolés et une isolation adéquate par rapport à l'environnement.

c.3. En haute tension

La définition de «travail au contact» n'exclut toutefois pas l'application des prescriptions de la *sous-section 9.3.3.2*.

d. Equipements de travail, de protection collective et individuelle

En complément de *la sous-section 9.3.2.1.*, les caractéristiques, l'utilisation, le stockage, l'entretien, le transport et les contrôles des équipements de travail et dispositifs pour travail sous tension doivent faire l'objet de spécifications.

e. Conditions d'environnement

e.1. Généralités

Des restrictions doivent être appliquées au travail sous tension en cas de mauvaises conditions atmosphériques ou conditions d'environnement.

Quand les conditions exigent que le travail soit interrompu, le personnel doit laisser l'installation et les dispositifs isolants et isolés en état de sécurité.

e.2. En haute tension

Avant que les travaux ne soient repris sur la haute tension, les outils de travail utilisés doivent être traités le cas échéant selon les instructions du fabricant.

f. Prescriptions spécifiques pour installations très basse tension

Pour les installations à TBTS (dont la tension ne dépasse pas les valeurs du tableau du *point 4.2.2.1.h.*), le travail sous tension est autorisé sans précautions contre le contact direct. Des mesures appropriées doivent être prises contre les risques de courts-circuits. Pour les autres formes de TBT, le travail sous tension doit être en accord avec le *point g.* ci-dessous.

g. Prescriptions complémentaires pour installations à basse tension et à très basse tension

Indépendamment des prescriptions particulières qui seraient d'application pour certaines installations spécifiques à basse tension et à très basse tension, les prescriptions générales suivantes sont à considérer en fonction du risque rencontré:
- utilisation d'équipements de protection collective adaptés;
- application d'une isolation supplémentaire et/ou usage d'outils isolés;
- utilisation d'équipements de protection individuelle (gants, écran facial).

h. Prescriptions complémentaires pour installations haute tension

Le travail sous tension est autorisé pour les installations haute tension, moyennant le respect de procédures spécifiques.

On doit vérifier que toutes les méthodes et tous les outils choisis sont appropriés pour l'installation sur laquelle les travaux sont réalisés. Leurs caractéristiques diélectriques et mécaniques doivent être choisies selon leur spécification ou leur nombre et doivent prendre en compte les paramètres physiques sur la zone de travail.

Si l'étendue de la zone de travail ne permet pas à la personne désignée chargée de travaux d'assurer une supervision complète, elle doit désigner une personne pour l'assister.

i. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée:
- pour les travaux aux circuits intrinsèques;
- à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

j. Travaux spécifiques sous tension

Les travaux tels que nettoyage, pulvérisation ou élimination de dépôts de givre sur isolateurs doivent être décrits dans des instructions spécifiques de travail. Le personnel qui exécute de tels travaux doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5).

Les travaux de nettoyage sous tension des installations électriques sont exécutés en respectant les prescriptions suivantes:

- les caractéristiques d'utilisation des équipements de travail utilisés en cas de la pulvérisation du liquide de nettoyage (nettoyage humide), de même que celles de l'installation d'aspiration des poussières (nettoyage à sec) ainsi que celles du liquide même sont déterminées par la tension nominale U_n des circuits auxquels on travaille;
- les caractéristiques d'utilisation (niveau d'isolation, courant de fuite, humidité, tension de claquage...) des équipements de travail mentionnés sous le premier tiret doivent être basées sur un rapport d'essai délivré par un laboratoire accrédité pour l'application en question;
- les dimensions de la lance (nettoyage humide) comme de la pièce d'aspiration (nettoyage à sec) sont telles que pendant les travaux, leurs poignées restent toujours en dehors du plan initial formé par les écrans de protection des parties actives (éventuellement enlevés);
- le liquide de nettoyage n'est ni inflammable ni nocif pour les travailleurs;
- les travaux de nettoyage ne peuvent être effectués que par une personne avertie (BA4) ou qualifiée (BA5) en présence d'une autre personne qualifiée (BA5) tel que décrit à la *section 2.10.11.* Lesdites personnes ont suivi une formation pratique ponctuelle adaptée aux risques liés à ces travaux;
- en présence d'un tableau sous tension non protégé (IP d'au moins XX-A), la personne chargée des travaux de nettoyage doit porter des vêtements de travail isolés électriquement;
- des mesures sont prises pour que le liquide ne puisse pas se saturer en eau et pour que l'eau de condensation ne puisse être projetée;
- le liquide de nettoyage ne peut contenir de composants qui peuvent dégrader les isolants de l'appareillage électrique.

Sous-section 9.3.4.4. Travaux au voisinage de pièces sous tension

a. Généralités

Les travaux au voisinage de pièces sous tension de tension nominale supérieure à celle de la T.B.T. ne doivent être réalisés que lorsque des mesures de sécurité garantissent que des pièces sous tension ne peuvent pas être touchées ou que la zone sous tension ne peut pas être atteinte.

Les valeurs des distances D_V définissant la limite extérieure de la zone de voisinage sont reprises au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1.*

De manière à maîtriser les risques électriques au voisinage de pièces sous tension, la protection est assurée au moyen d'enveloppes ou par obstacles. Si ces mesures ne peuvent pas être mises en œuvre, la protection doit être assurée par le maintien d'une distance minimale de travail non inférieure à D_L par rapport aux pièces sous tension et, si nécessaire, en assurant une surveillance appropriée.

Avant le début du travail la personne désignée chargée des travaux doit donner des instructions au personnel, particulièrement à ceux qui ne sont pas familiarisés avec le travail au voisinage de pièces sous tension, sur le maintien des distances de sécurité, sur les mesures de sécurité qui ont été prises et sur la nécessité d'un comportement conforme à l'esprit de sécurité. La limite de la zone de travail doit être définie avec précision et l'attention doit être attirée sur les circonstances ou conditions inhabituelles.
Ces instructions doivent être répétées à des intervalles appropriés ou après un changement des conditions de travail.

b. Protection au moyen d'enveloppes ou d'obstacles

Lorsque ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'intérieur de la zone sous tension, ils sont constitués de matières isolantes et les procédures adéquates soit de travail hors tension, soit de travail sous tension, doivent être appliquées.

Quand ces dispositifs protecteurs sont à installer à l'extérieur de la zone sous tension, ils doivent être mis en place en appliquant les procédures de travail hors tension ou utilisant des moyens empêchant que le personnel qui les installe pénètre dans la zone sous tension. Sinon, les procédures de travail sous tension doivent être appliquées.

c. Protection par maintien d'une distance sûre de travail

Lorsque la protection par le maintien d'une distance sûre de travail est utilisée, cette méthode doit au moins contenir les trois points suivants:
- la distance non inférieure à D_L à maintenir en tenant compte de la nature des travaux et de la tension nominale de l'installation électrique;
- les critères à adopter pour la désignation du personnel susceptible d'effectuer ces travaux;
- les procédures à adopter pendant les travaux pour éviter de pénétrer dans la zone sous tension.

Si nécessaire une surveillance appropriée est à assurer.

d. Prescriptions complémentaires pour installations en atmosphère explosive

Les travaux dans le voisinage de partie active sous tension sont interdits.

Une évaluation des risques devra déterminer si une exception, peut être autorisée:
- pour les travaux aux circuits intrinsèques ;
- à l'intérieur de la zone de travail quand des tests garantissent qu'aucun danger d'explosion ne sera présent.

L'ouverture d'appareils (par exemple pour le remplacement de lampes, mesures…) est soumise aux exigences imposées dans la notice d'instruction du fabricant.

Tous les travaux avec dégagement de chaleur doivent faire l'objet d'une procédure de travail spécifique.

e. Travaux non électriques réalisés par des non électriciens

Pour des travaux non électriques, tels que:
- travail de construction;
- échafaudage;
- installation et utilisation d'équipement de levage, de machines de génie civil, élévateurs et échelles de pompier;
- travaux d'installation;
- travaux de transport;
- travaux de peinture et de rénovation;
- mise en place d'autres équipements et d'équipements de construction,

les distances indiquées au *tableau 2.22.* à la *section 2.11.1* et données par la *sous-section 2.4.1.1.* concernant le volume d'accessibilité au toucher doivent être respectées.

La distance doit être déterminée en tenant compte de:
- la tension du réseau;
- la nature du travail;
- l'équipement à utiliser;
- le fait que les personnes concernées sont des personnes ordinaires.

Pour les lignes aériennes, on doit tenir compte de tous les mouvements possibles des lignes et de tous les mouvements, déplacements, balancements, fouettements ou chutes possibles de l'équipement utilisé pour effectuer le travail.

Section 9.3.5. Travaux d'entretien

Sous-section 9.3.5.1. Généralités

Le but de l'entretien, est de conserver l'installation électrique en bon état de fonctionnement. L'entretien peut consister en «entretien préventif» qui est réalisé systématiquement dans l'intention de prévenir les pannes ou «entretien correctif» qui est réalisé pour réparer ou remplacer des parties défectueuses.

Il y a deux types de travail d'entretien:
- travail au cours duquel la sécurité du personnel d'entretien est compromise, ce qui requiert l'application de la procédure de travail décrite à la *section 9.3.4.*;
- travail pour lequel la conception de l'équipement permet l'exécution de l'entretien en toute sécurité suivant les procédures de travail décrites à la *sous-section 9.3.5.4.* (par exemple remplacement de fusibles ou lampes d'éclairage).

Sous-section 9.3.5.2. Personnel

Tous les travaux d'entretien sont soumis à l'accord du chargé de l'installation avant leur exécution.

Quand des travaux d'entretien sont effectués sur une installation électrique:
- la partie de l'installation concernée doit être clairement définie;
- la personne chargée de l'entretien doit être désignée.

Si nécessaire, les prescriptions pour le travail hors tension, le travail sous tension ou le travail au voisinage de pièces sous tension seront appliquées.

Le personnel d'entretien qui effectue le travail doit être averti (BA4) ou qualifié (BA5). Tous les équipements de protection collective ou individuelle ainsi que tous les équipements de travail (vêtement de travail adapté, appareils de mesure, ...) doivent être appropriés pour cette application.

Toutes les mesures de sécurité doivent être prises y compris celles nécessaires à la protection de personnes et des biens.

Sous-section 9.3.5.3. Travaux de réparation

Le travail de réparation peut comprendre entre autres les étapes suivantes:
- la détection et localisation du défaut;
- élimination de défauts et/ou remplacements de composants;
- remise en service de la partie réparée de l'installation.

Il peut être nécessaire d'appliquer des procédures de travail différentes lors de chaque étape.

Des procédures de travail spécifiques doivent être appliquées pour la détection et la localisation des défauts sur une installation sous tension ou pendant l'application de tensions d'essai, basées sur les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

L'élimination des défauts doit être réalisée conformément aux procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

Des essais et des réglages appropriés doivent être exécutés pour assurer que les parties réparées de l'installation sont aptes à être réalimentées.

Sous-section 9.3.5.4. Travaux de remplacement

a. En basse tension et en très basse tension

a.1. Remplacement d'éléments fusibles

Normalement, le remplacement d'éléments fusibles doit s'effectuer hors tension.

Si le fusible est fixé de façon à protéger la personne contre les contacts directs et d'éviter les courts-circuits, le remplacement peut être réalisé sans vérifier l'absence de tension et par une personne ordinaire.

a.2. Remplacement de lampes et accessoires

Normalement, le remplacement de lampes et d'accessoires démontables (par exemple des starters) doit s'effectuer hors tension.

Le remplacement d'accessoires non démontables doit être effectué en appliquant les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.* On doit vérifier que les pièces de rechange utilisées sont appropriées à l'équipement à entretenir.

b. En haute tension

b.1. Remplacement d'éléments fusibles

Le remplacement d'éléments fusibles doit s'effectuer hors tension, par une personne qualifiée (BA5) selon les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.*

b.2. Remplacement d'accessoires

Normalement, le remplacement d'accessoires démontables doit s'effectuer hors tension suivant les procédures de travail décrites à la *sous-section 9.3.5.3.* Le remplacement d'accessoires non démontables doit être effectué en appliquant les procédures de travail décrites à la *section 9.3.4.* On doit vérifier que les pièces de rechange utilisées sont appropriées à l'équipement à entretenir.

Sous-section 9.3.5.5. Interruption temporaire

En cas d'interruption temporaire du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux doit prendre toutes les mesures nécessaires pour empêcher l'accès aux pièces sous tension et toute manœuvre non autorisée de l'installation électrique.

Si nécessaire la personne désignée chargée de l'installation électrique doit être informée.

Sous-section 9.3.5.6. Fin des travaux d'entretien ou de réparation

A la fin du travail d'entretien ou de réparation, la personne désignée chargée des travaux d'entretien doit remettre l'installation à la personne désignée chargée de l'installation et doit lui indiquer par message dans quel état elle se trouve lors du transfert.

Section 9.3.6. Précautions particulières

Sous-section 9.3.6.1. Travaux au voisinage de lignes aériennes et de câbles souterrains

a. Précautions à observer lors de travaux dans la zone de voisinage des lignes aériennes

Les travaux effectués dans la zone de voisinage d'une ligne aérienne à «conducteurs nus ou assimilés» sont soumis aux prescriptions des *sections 9.3.1.* à *9.3.5.* et à l'autorisation écrite préalable du gestionnaire de la ligne qui informera le demandeur des risques spécifiques et des éventuelles mesures de sécurité à prendre.

En outre, il y a lieu de tenir compte de l'état le plus défavorable de la ligne lors de la détermination de la zone de voisinage.

b. Précautions à observer lors de travaux dans le voisinage de câbles électriques souterrains

b.1. Principe

Aucun travail de terrassement, de pavage ou autre ne peut être entrepris dans le voisinage d'un câble électrique souterrain sans consultation préalable du propriétaire du sol, de l'autorité qui a la gestion de la voie publique éventuellement empruntée et du gestionnaire du câble. La présence ou l'absence des repères, comme prévus au *point d.* de la *sous-section 5.2.10.2.* et à la *section 9.1.4.* ne dispense pas de cette consultation.

Outre cette consultation, l'exécution proprement dite d'un travail ne peut être commencée qu'après avoir procédé à la localisation des câbles.

b.2. Cas d'urgence

Les dispositions du *point b.1.*, alinéa 1er ne sont pas obligatoires si la continuité du service requiert l'urgente exécution de travaux. Seule subsiste, même si la consultation n'a pu avoir lieu, la prescription relative à la localisation préalable des câbles.

b.3. Utilisation de machines et d'engins mécaniques de terrassement

Il ne peut être fait usage de machines ou engins mécaniques dans un gabarit limité par deux surfaces verticales encadrant le câble à 50 cm de distance sans que l'entrepreneur et le gestionnaire du câble ne s'accordent au préalable sur les conditions à observer.

Sous-section 9.3.6.2. Notification de l'exécution d'un travail de pose de lignes ou câbles

L'exécution d'un travail d'établissement, d'entretien, de réparation, de renouvellement ou d'enlèvement des lignes d'énergie électrique est subordonnée à la remise, par l'exploitant de la ligne d'énergie électrique, d'un avis constituant preuve et faisant connaître, ou moins dix jours ouvrables d'avance, la date du commencement du travail:

1. au conducteur des ponts et chaussées du ressort, lorsqu'il s'agit de l'emprunt de la voirie par terre ou par eau, gérée par l'Etat;
2. au dirigeant de la section de la voie intéressée, lorsque les lignes d'énergie électrique sont établies le long ou à la traversée des voies d'un chemin de fer à grande section;
3. au dirigeant de la section de la voie intéressée, lorsque les lignes d'énergie électrique sont établies le long ou à la traversée des voies d'un chemin de fer vicinal;
4. à l'exploitant d'un tramway, lorsque les lignes d'énergie électrique sont établies le long ou à la traversée des voies de ce tramway;
5. à l'exploitant d'un trolleybus, lorsque les lignes d'énergie électrique sont établies le long ou à la traversée de l'équipement électrique aérien de ce trolleybus;
6. au siège social des Sociétés de Transports Intercommunaux, lorsque les lignes d'énergie électrique

sont établies le long ou à la traversée de leurs installations;
7. au commissaire voyer du ressort, lorsqu'il s'agit de l'emprunt de voies par terre ou par eau, gérées par une province;
8. aux administrations communales intéressées, s'il s'agit de l'emprunt de voies gérées par l'Etat, les provinces ou les communes;
9. aux exploitants de distribution d'énergie électrique, d'eau ou de gaz, aux sociétés concessionnaires de la voirie par eau et aux titulaires de permissions de voirie, lorsqu'il y a voisinage avec leurs installations; une autre forme de concertation des concessionnaires peut remplacer cette obligation moyennant accord commun.

Toutefois, lorsque les personnes averties sont celles reprises sous 2. et 3., les travaux ne pourront être commencés qu'après autorisation de ce dirigeant.

La présente sous-section ne vise pas les travaux qui ne sont, en aucune manière, de nature à constituer une entrave à la circulation, ni à occasionner des dérangements aux installations existant sur ou sous la voirie.

Les travaux de réparation présentant un caractère de réelle urgence peuvent être commencés sans délai et le nécessaire est fait pour prévenir immédiatement les intéressés dont question de 2. à 6. Le premier jour ouvrable suivant le début des travaux, information ou confirmation, selon le cas, est donnée aux intéressés, dont question de 1. à 9., par un avis constituant preuve.

La notification de l'exécution d'un travail susceptible soit de dégrader, soit de compromettre le fonctionnement d'une ligne de télécommunication relevant du Ministère de la Défense Nationale, du Ministère des Travaux Publics, des opérateurs du réseau public de télécommunication, des Chemins de Fer Belges, des Chemins de Fer Concédés, de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux ou des Sociétés de Transports Intercommunaux est faite sous la forme d'un avis faisant connaître, au moins dix jours ouvrables à l'avance, la date du commencement du travail.

Cet avis constituant preuve informe suivant le cas:
1. le fonctionnaire compétent du Ministère de la Défense Nationale;
2. le fonctionnaire compétent du Ministère des Travaux Publics;
3. le service réseau de la Circonscription des Télégraphes et des Téléphones intéressée;
4. le dirigeant de la section de la voie de chemin de fer intéressée;
5. le dirigeant de la section de la voie du chemin de fer vicinal intéressée;
6. le dirigeant de la Société de Transports Intercommunaux.

En cas de travail d'une urgence exceptionnelle, le délai de dix jours ouvrables peut être réduit dans la mesure où cette réduction est compatible avec les nécessités de service du Ministère de la Défense Nationale, du Ministère des Travaux Publics, des opérateurs du réseau public de télécommunication, des Chemins de Fer Belges, des Chemins de Fer Concédés, de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux, ou des Sociétés de Transports Intercommunaux.

Le travail ne peut, toutefois, être entrepris qu'avec l'autorisation du représentant du service intéressé.

Sous-section 9.3.6.3. Modalités d'exécution d'un travail de pose de lignes ou câbles

Les travaux sont effectués de manière à sauvegarder la sécurité publique et suivant les règles de l'art.

Tout travail commencé est poursuivi avec toute l'activité possible et, même de nuit, en cas d'urgence justifiée, sur simple invitation écrite émanant selon le cas du délégué de l'administration intéressée, du Ministère de la Défense Nationale, du Ministère des Travaux Publics, des opérateurs du réseau public de télécommunication, des Chemins de Fer Belges, des Chemins de Fer Concédés, de la Société Nationale des Chemins de Fer Vicinaux, des Sociétés de Transports Intercommunaux ou du concessionnaire dûment délégué intéressé.

Les travaux sont exécutés de manière à ne pas compromettre le fonctionnement normal des services publics et à réduire au minimum les dommages ou les entraves à la circulation, à la navigation, au libre écoulement des eaux.

Il est expressément stipulé à cet égard que:
1. L'ouverture des tranchées s'exécute de façon à réduire au strict minimum la surface de terrain entamée par les fouilles ou encombrée par les déblais. Pour les tranchées en travers d'une route ou dans les dépendances d'une voie navigable, le creusement suivi du remblai immédiat s'effectue en deux fois de manière que la route ou les chemins de halage demeurent libres sur la moitié de leur largeur environ pendant la durée des travaux.

2. Le remblai des tranchées s'effectue à mesure de l'avancement des travaux par couches de 10 cm d'épaisseur au maximum; ces couches sont damées de manière à éviter tout affaissement ultérieur

du sol.

3. Les terres et les matériaux extraits des fouilles, qui ne sont pas remis en œuvre, sont transportés dans le plus bref délai hors des dépendances de la route ou de la voie navigable, conformément aux instructions qui seront données par le délégué de l'autorité qui a dans ses attributions la gestion de la voirie empruntée.

4. Les parties de chaussées, de trottoirs ou de tout autre ouvrage généralement quelconque, démontées pour permettre l'exécution des installations, sont remises dans leur état primitif et reconstruites avec les matériaux provenant du démontage, pour autant qu'ils soient reconnus propres au réemploi. Ces matériaux sont soigneusement nettoyés avant d'être remis en œuvre, et s'il y a lieu, il est suppléé aux matériaux manquants par des matériaux neufs de même nature, qualité et dimensions que ceux démontés.

   Dans le cas de pavages, les pavés sont si besoin épincés. Les parties de revêtement de la voirie sujettes à réfection s'exécutent de manière que leur surface se raccorde parfaitement avec celles des parties voisines. En règle générale, les pavages sont rétablis sur une couche de sable neuf, mesurant 10 cm d'épaisseur, après damage, et recouverts d'une couche de sable neuf de 2 cm d'épaisseur.

5. Il est pourvu, jusqu'à complet raffermissement du sol, aux réparations successives qu'exige le maintien, suivant leurs profils normaux, des parties d'ouvrages démontées.

   En cas d'emprunt de la voirie par terre ou par eau, les réparations sont exécutées si l'administration le juge utile, l'exploitant de la ligne d'énergie électrique entendu, par l'entrepreneur de l'entretien de la voirie par terre ou par eau, conformément aux clauses et conditions de son contrat; le prix lui en est payé par l'exploitant de la ligne d'énergie électrique sur présentation de l'état indicatif et estimatif des travaux effectués, dressé par le conducteur des ponts et chaussées du ressort, le commissaire voyer ou le conducteur des travaux de l'administration communale intéressée. Dans ce cas, l'exploitant de la ligne d'énergie électrique est prévenu du jour où les travaux sont commencés.

6. Les élagages et les abattages des arbres du domaine public, que nécessite l'établissement ou le maintien d'une ligne d'énergie électrique aérienne et qui sont autorisés par les administrations compétentes, sont exécutés suivant les modalités imposées par celles-ci. Les frais sont à charge de l'exploitant de la ligne d'énergie électrique, qui peut être requis de verser préalablement la somme jugée nécessaire pour couvrir les frais et être astreint au paiement d'une indemnité.

   Les administrations compétentes peuvent toutefois autoriser l'exploitant de la ligne d'énergie électrique à exécuter lui-même les élagages et les abattages sous leur contrôle et suivant leurs indications.

7. Au droit des voiries par terre et par eau, les chantiers et dépôts sont signalés le jour et éclairés la nuit. Les signaux et dispositifs employés à ces fins sont ceux prescrits par le règlement général de la circulation routière en vigueur.

Sous-section 9.3.6.4. Contrôle d'un travail de pose de lignes ou câbles

S'il en est requis par le personnel chargé de la surveillance des installations électriques, l'exploitant d'une ligne d'énergie électrique est tenu d'opérer à ses frais, en présence des délégués des administrations ou des concessionnaires dûment délégués, intéressés, toutes les mesures nécessaires à la vérification des conditions imposées ou, si ces délégués le demandent, de mettre à leur disposition, gratuitement, les instruments qui leur permettent de procéder eux-mêmes à cette vérification.

Sous-section 9.3.6.5. Précautions temporaires

Si la présence d'une ligne d'énergie électrique sous tension dans le domaine public constitue un danger pour l'exécution de travaux entrepris dans la zone de voisinage comme défini aux sections *9.3.1.* à *9.3.5.* et/ou si le risque existe de pénétrer dans la zone de voisinage, le gestionnaire de la ligne d'énergie électrique est tenu de prendre et/ou de prescrire des mesures adéquates telles que:

- l'enlèvement temporaire de la ligne d'énergie électrique concernée;
- la mise hors tension temporaire de celle-ci;
- le placement d'écrans de protection;
- rendre ou faire rendre impossible l'accès à la zone sous tension;
- tout autre moyen qu'il juge nécessaire.

Après l'introduction d'une demande motivée au gestionnaire de la ligne d'énergie électrique, le moment et la durée nécessaire pour effectuer les travaux seront fixés de commun accord.

Chapitre 9.4. Panneaux de signalisation

Section 9.4.1. Panneaux d'avertissement contre les dangers des installations électriques

Un ou plusieurs panneaux d'avertissement signalent:
- les lieux non fermés de service électrique;
- les lieux fermés de service électrique;
- les installations, machines, appareils et canalisations électriques à basse tension et à très basse tension qui, en dehors des deux cas précités, ne sont pas complètement protégés contre les contacts directs;
- les ensembles de manoeuvre et de répartition, machines, appareils et canalisations électriques à haute tension qui se trouvent dans des lieux ordinaires.

Toutefois, un tel panneau d'avertissement n'est pas obligatoire pour les lignes électriques aériennes et souterraines et leurs accessoires.

Les panneaux d'avertissement ont la forme d'un triangle équilatéral posé sur un côté. Ils sont bordés d'une bande noire et portent en leur centre un éclair noir sur fond jaune, conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.1. Panneau d'avertissement

Section 9.4.2. Panneaux d'interdiction

Un panneau d'interdiction est placé sur certains appareils, machines et canalisations électriques ou sur les portes qui y donnent accès, dont le contact ou l'approche peut être dangereux même si un tel danger n'apparaît pas à première vue (par exemple condensateurs restant chargés après leur déconnexion du réseau, installations commandées à distance...).

Les panneaux d'interdiction sont circulaires et comportent en bordure et en diagonale, une bande rouge et au centre sur fond blanc le symbole noir se composant d'un trait représentant une pièce sous tension, un éclair et une silhouette d'homme conformément aux normes y relatives homologuées par le Roi ou enregistrées par le NBN.

Figure 9.2. Panneau d'interdiction

En ce qui concerne les lignes aériennes à haute tension, voir aussi la sous-section *7.1.8.1.*

Section 9.4.3. Panneaux d'information

Dans les agglomérations, d'autres panneaux supplémentaires sont prévus sur certaines installations à haute tension telles que les postes de transformation, leur indication étant au moins le numéro complet du raccordement téléphonique du Gestionnaire de Réseau.

En ce qui concerne les lignes aériennes à haute tension, voir aussi la sous-section *7.1.8.2.*

Section 9.4.4. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation

L'emplacement et les dimensions de tous ces panneaux sont choisis en tenant compte d'une part des dimensions de l'installation, de la machine, de l'appareil et de la canalisation électrique sur lesquels ils sont placés et d'autre part de la distance usuelle d'observation appropriée.

Chapitre 9.5. Interdictions

A l'exception des cas prévus au sections *9.3.1.* à *9.3.5.*, il est interdit:
- de supprimer, d'altérer ou de détruire la protection contre les chocs électriques par contacts directs ou par contacts indirects;
- de toucher sans nécessité les parties actives sous tension du matériel électrique à moins qu'il ne s'agisse de matériel à très basse tension de sécurité dont la tension est inférieure ou égale aux valeurs mentionnées au *point h.* de la *sous-section 4.2.2.1.*;
- de supprimer, d'altérer ou de détruire tout système de protection de l'installation électrique.

Vu pour être annexé à notre arrêté du rendant obligatoire le Livre 1 sur les installations électriques à basse tension et à très basse tension, le Livre 2 sur les installations électriques à haute tension et le Livre 3 sur les installations de transport et de distribution de l'énergie électrique.

Par le Roi :
Le Ministre de l'Emploi,

K. PEETERS
La Ministre de l'Energie,

M.C. MARGHEM