

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 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	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 équipotentielle en basse tension et en très basse tension.....	153
Chapitre 5.5. Mises à la terre, conducteurs de protection et liaisons équipotentielle 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 «plinthé 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 encastremets 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.....	131
Figure 5.41. Canalisations électriques noyées dans les murs des locaux	132
Figure 5.42. Coupe schématique d'une saignée.....	132
Figure 5.43. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de fusibles	150
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 ($A \times s$)	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	206
Figure 7.3. Isolateurs du type rigide – Perspective	206
Figure 7.4. Type semi-ancrage – Vue en élévation	206
Figure 7.5. Type ancrage – Vue en élévation	206
Figure 7.6. Chaîne unique d'isolateur – Vue en élévation	206
Figure 7.7. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective	207
Figure 7.8. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective	207
Figure 7.9. Dispositifs à double chaîne sans bretelle – Type ancrage	208
Figure 7.10. Dispositifs à chaîne unique sans bretelle	208
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_Y	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.1 ^{er} alinéa	92
Tableau 4.10. Valeur maximale du champ électrique non perturbé	101
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	134
Tableau 5.3. Caractéristiques et mise en oeuvre du matériel particulier en fonction de la température ambiante	134
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)	136
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 β 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)	197
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/mm^2)	202
Tableau 7.10. Facteur de réduction de la section pour les barres pleines en acier laminé	203
Tableau 7.11. Types de dispositifs de sécurité	206
Tableau 7.12. Conditions d'utilisation	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, le Roi détermine l'application du Livre 3 à ces autres gestionnaires de réseaux.

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.

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

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:

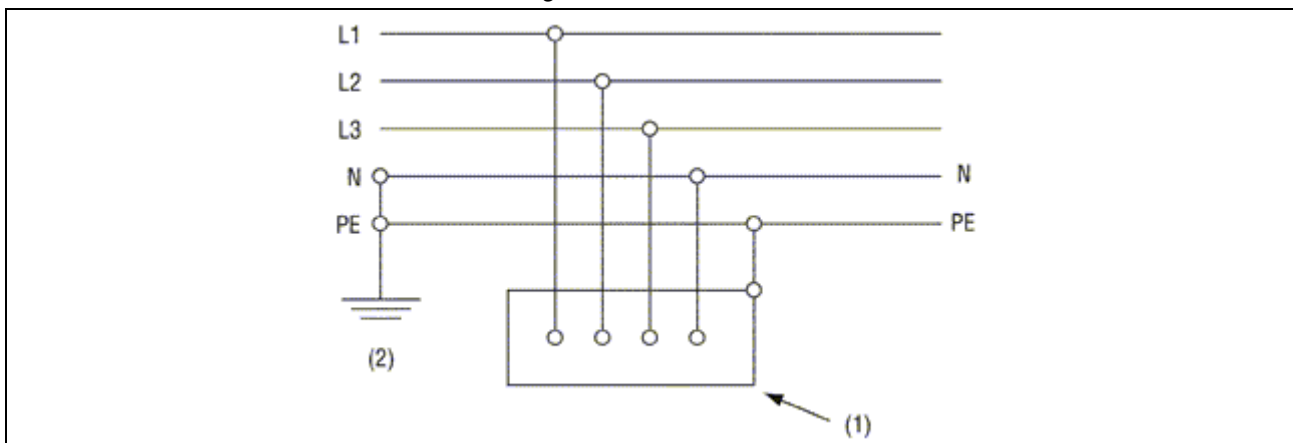
- les variantes TN-S, TN-C-S et TN-C du schéma TN;
- le schéma TT;
- le schéma IT.

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-S: dans lequel le conducteur neutre et le conducteur de protection sont séparés dans l'ensemble du schéma.

Figure 2.1. Schéma TN-S

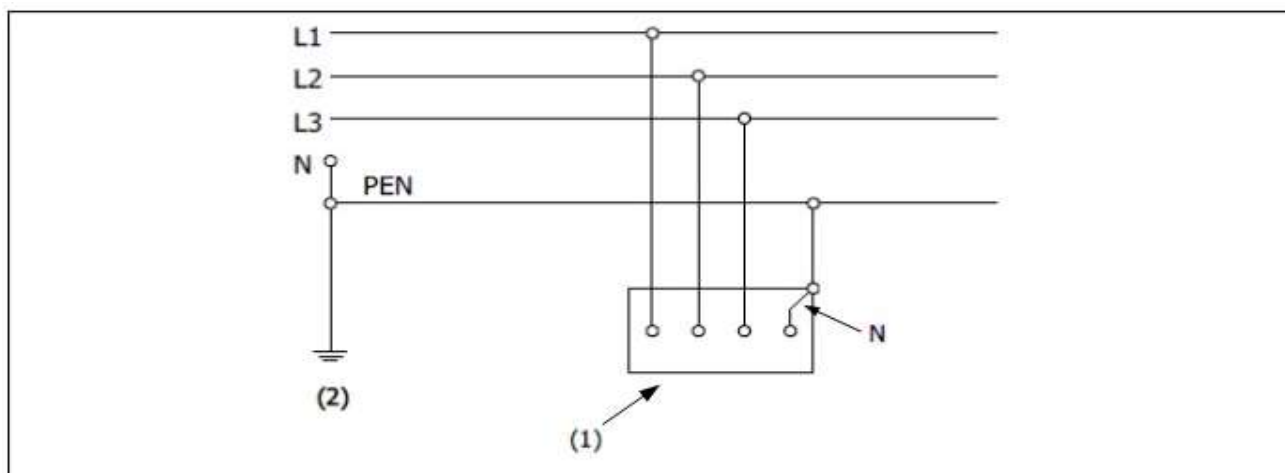


(1) Masse

(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

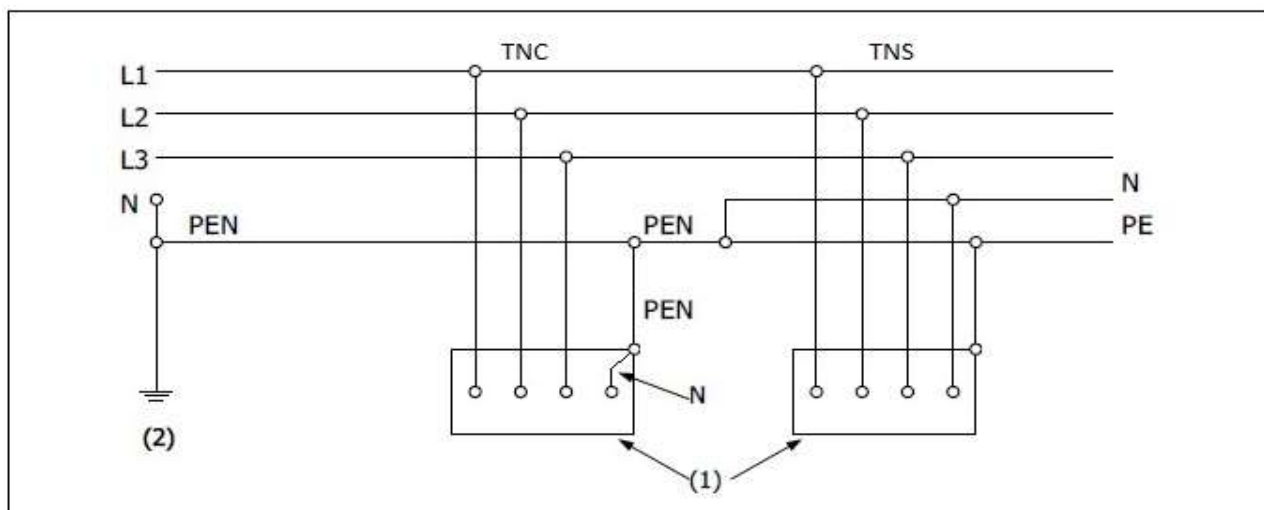


(1) Masse

(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



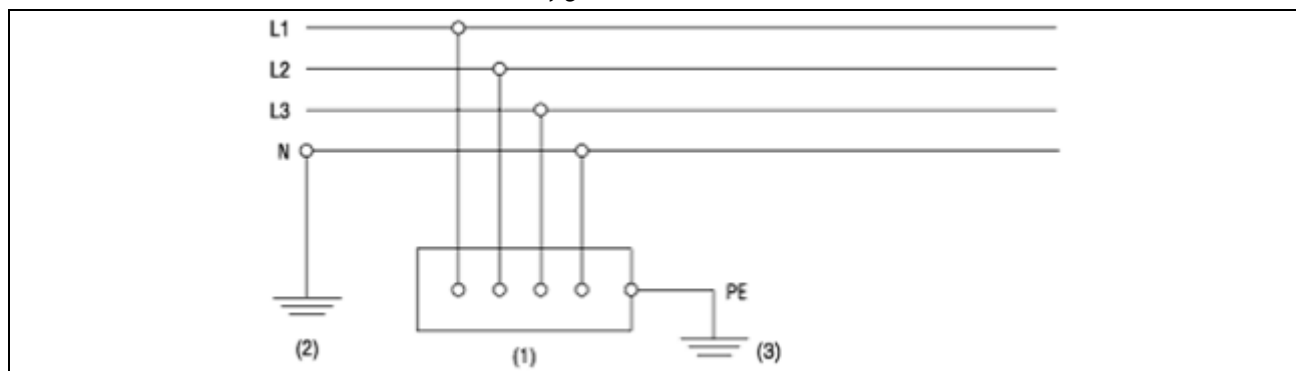
(1) Masses

(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



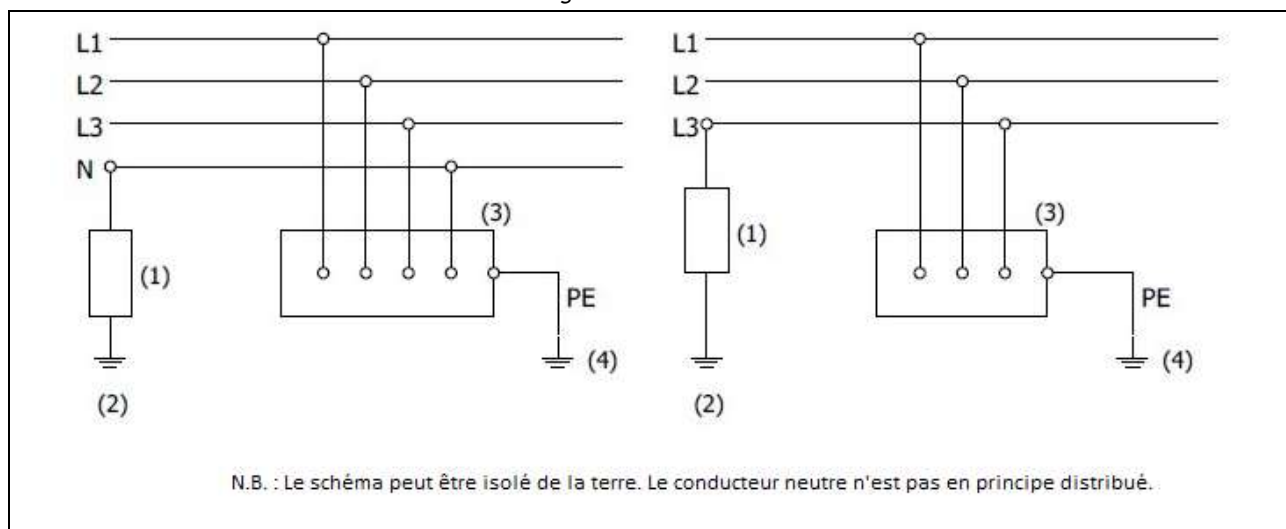
(1) Masse

- (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 ($t = t_1 - t_0$):

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

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	1 ^{ère} catégorie	$50 < U \leq 500$
	2 ^e catégorie	$500 < U \leq 1000$
Haute tension	1 ^{ère} catégorie	$1000 < U \leq 50000$
	2 ^e 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	1 ^{ère} catégorie	$75 < U \leq 750$	$120 < U \leq 750$
	2 ^e 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...).

Éléments 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

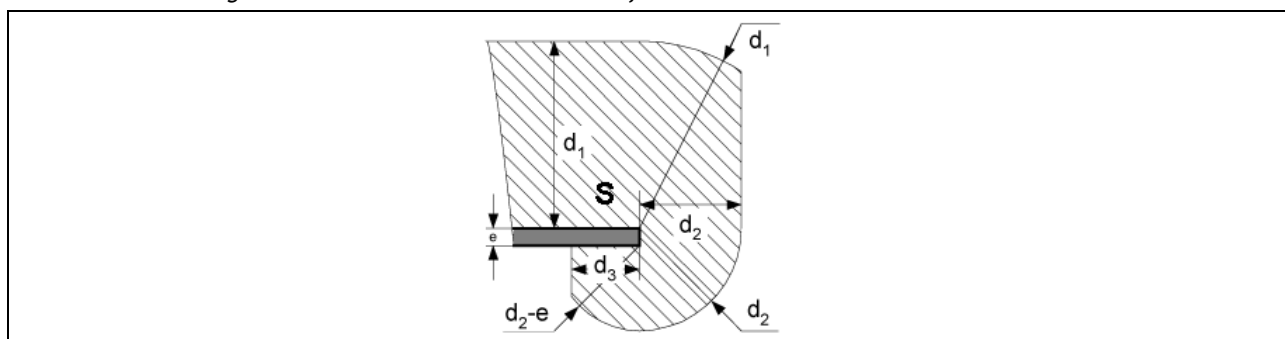
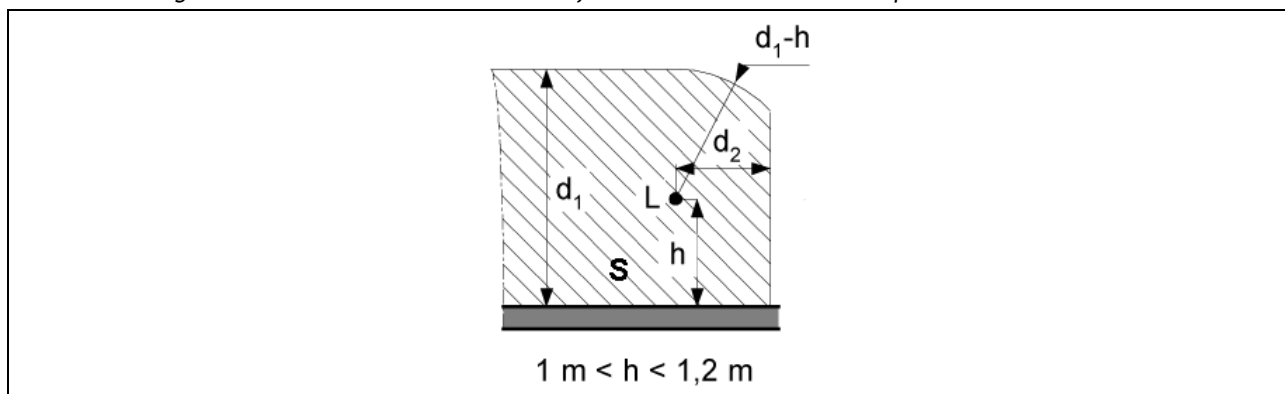


Figure 2.7. Volume d'accessibilité: la surface de circulation est limitée par un élément matériel



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

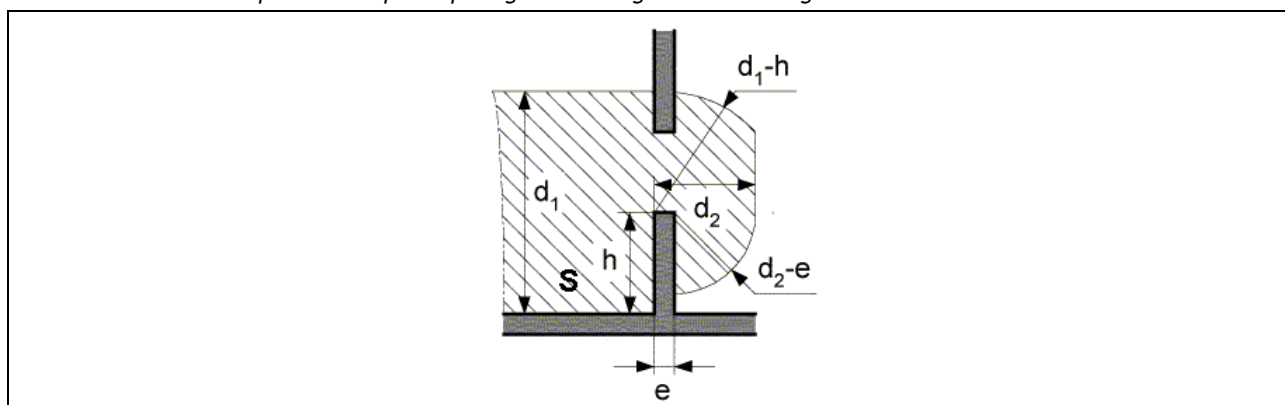
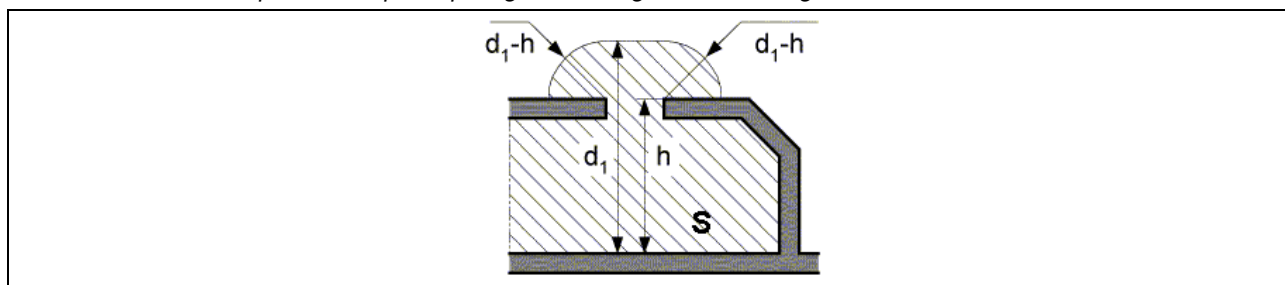


Figure 2.9. Volume d'accessibilité: des ouvertures existent dans les éléments matériels limitant la surface de circulation et ne permettent pas le passage d'une longue barre rectiligne de 12 mm de diamètre



S: surface de circulation

d_1, d_2, d_3 : distances données en m par les formules suivantes:

$$d_1 = 2,50 + 0,01 (U_N - 20) \text{ avec minimum } 2,5 \text{ m}$$

$$d_2 = 1,25 + 0,01 (U_N - 20) \text{ avec minimum } 1,25 \text{ m}$$

$$d_3 = 0,75 + 0,01 (U_N - 20) \text{ avec minimum } 0,75 \text{ m}$$

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 k Ω /m² si la tension nominale de l'installation n'est pas supérieure à 500 V (300 V par rapport à la terre);

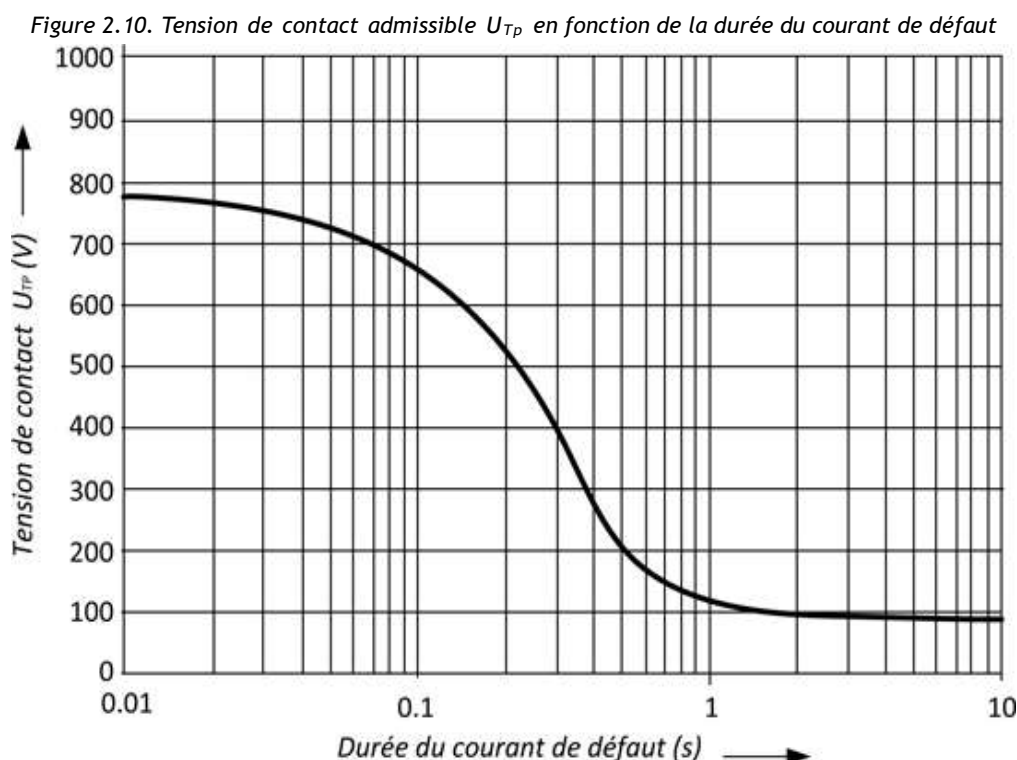
- $100 \text{ k}\Omega/\text{m}^2$ si la tension nominale de l'installation est supérieure à ces valeurs.

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.



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 équivalent 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 équivalent 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 équivalent 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 équivalent 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.

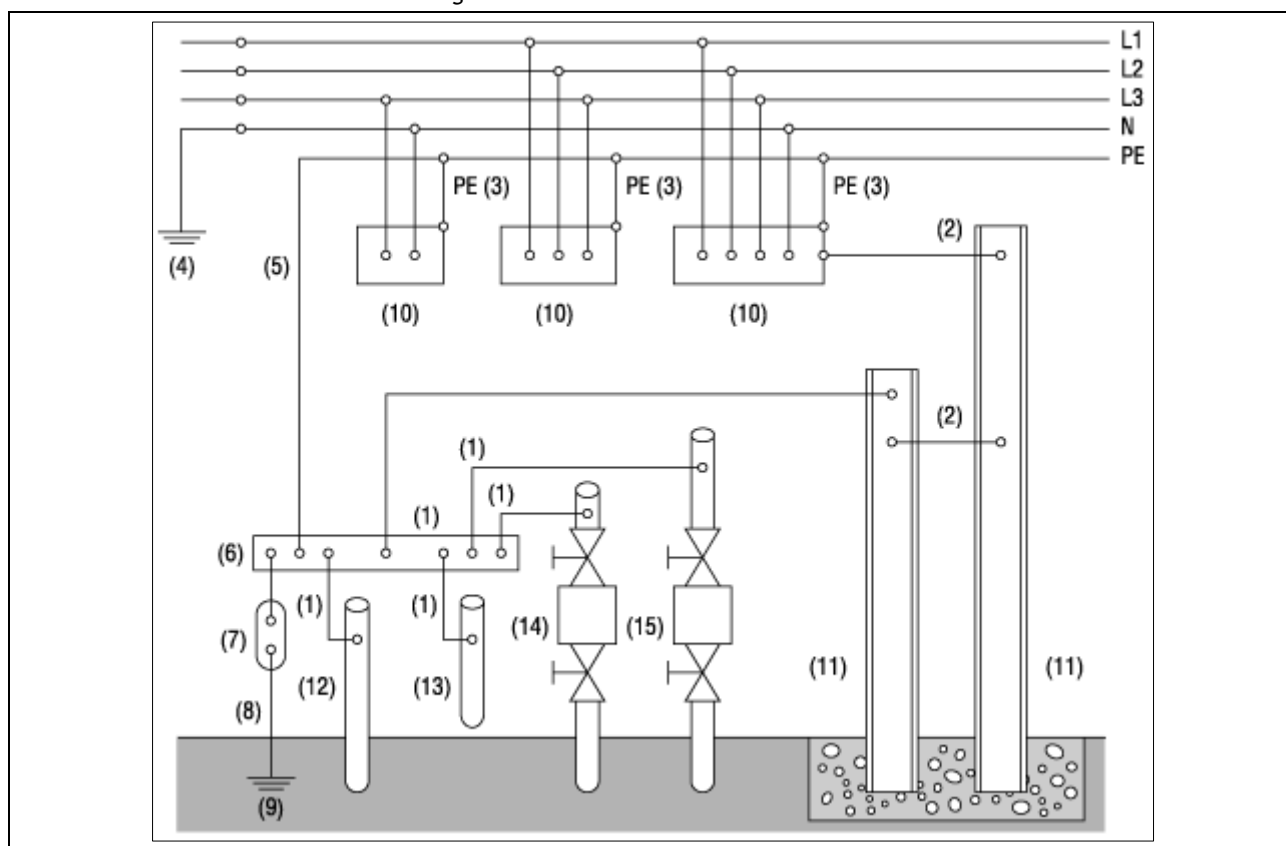
Zone neutre ou terre neutre (de référence): partie de la terre située en dehors de la zone d'influence d'une prise de terre et dans laquelle, entre deux points quelconques, ne peut apparaître une différence de potentiel perceptible par suite d'un courant de défaut à la terre.

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) équipotentiels principales
- (2) équipotentiels 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 équipotentielle 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.

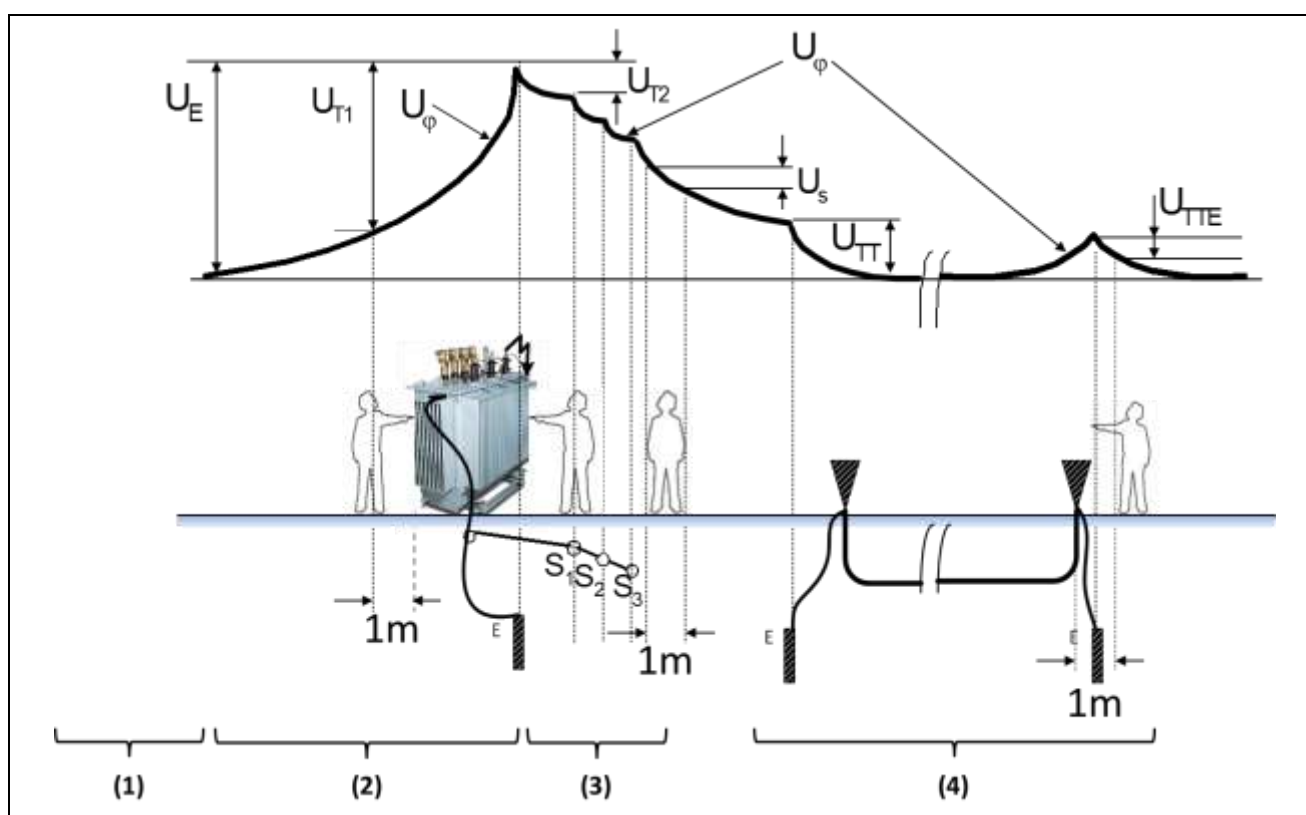
Liaison équipotentielle: une liaison électrique spécialement destinée à mettre au même potentiel ou à des potentiels voisins, des masses et/ou des éléments conducteurs étrangers.

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_ϕ : tension entre un point du sol et la terre neutre (de référence) qui résulte d'un courant de défaut.

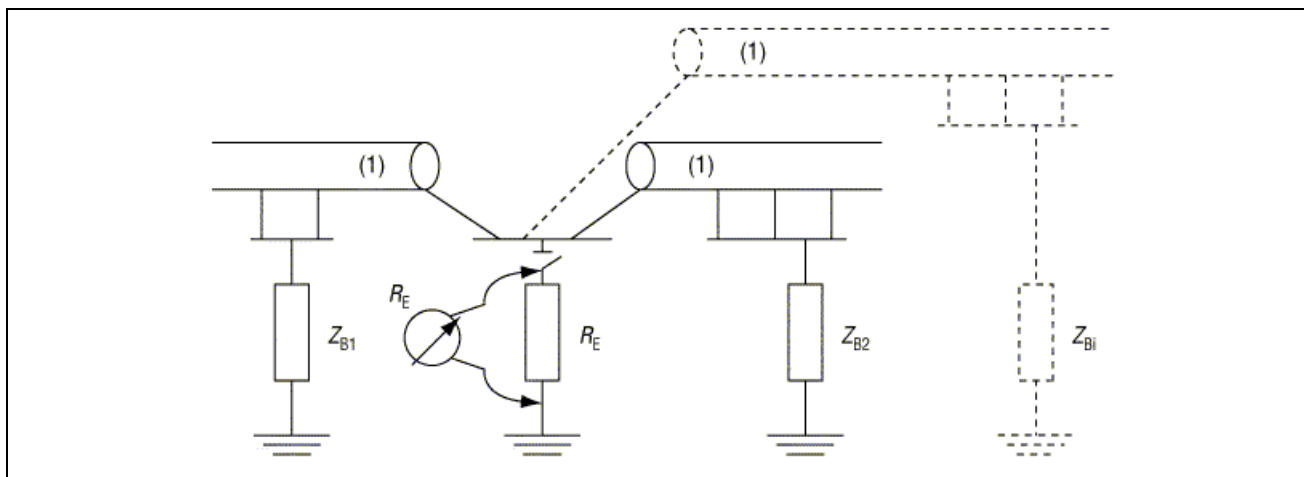
Figure 2.12. Exemple montrant la variation du potentiel de surface et les tensions lorsque des courants circulent dans les prises de terre



- 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.

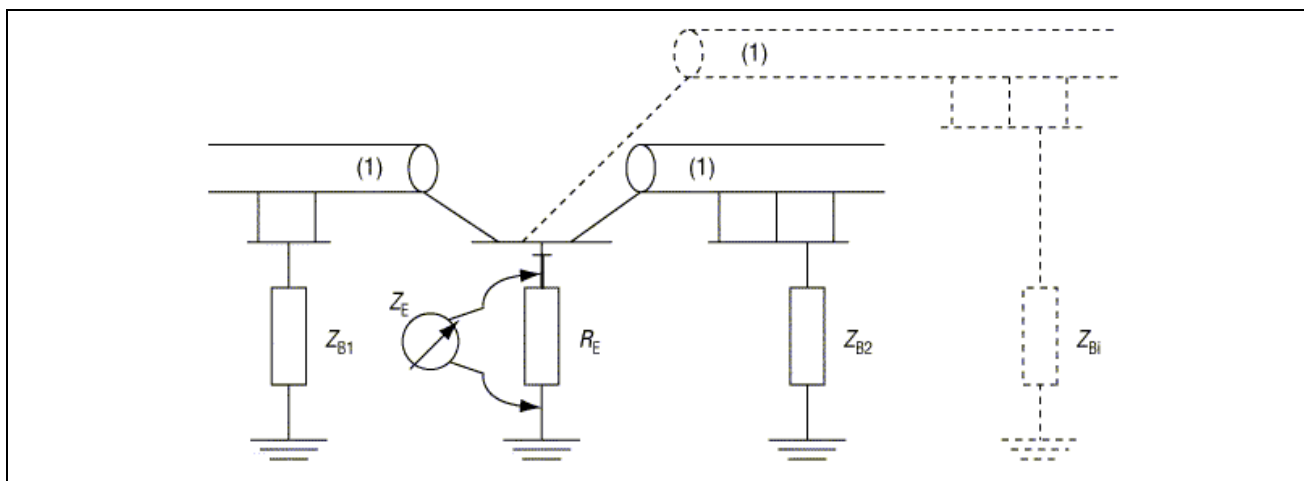
Figure 2.13. Résistance de terre R_E



(1) Câble HT

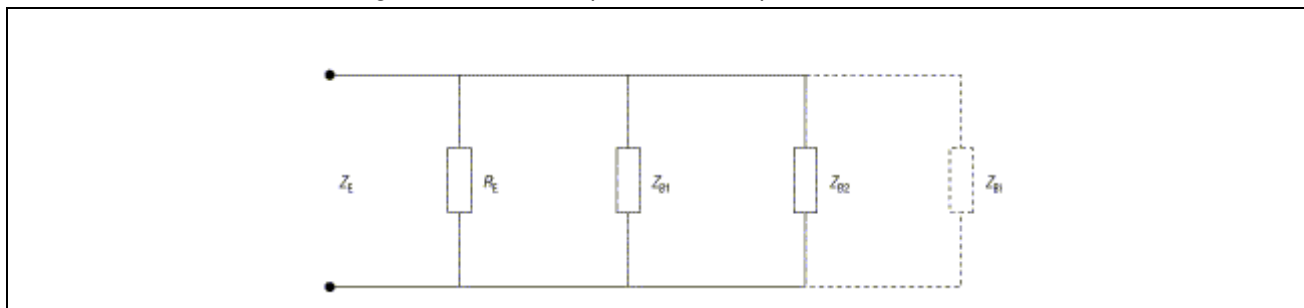
Impédance de terre Z_E : impédance entre l'installation de mise à la terre, éventuellement interconnectée avec d'autres installations de mise à la terre, et la terre de référence.

Figure 2.14. Impédance de terre Z_E

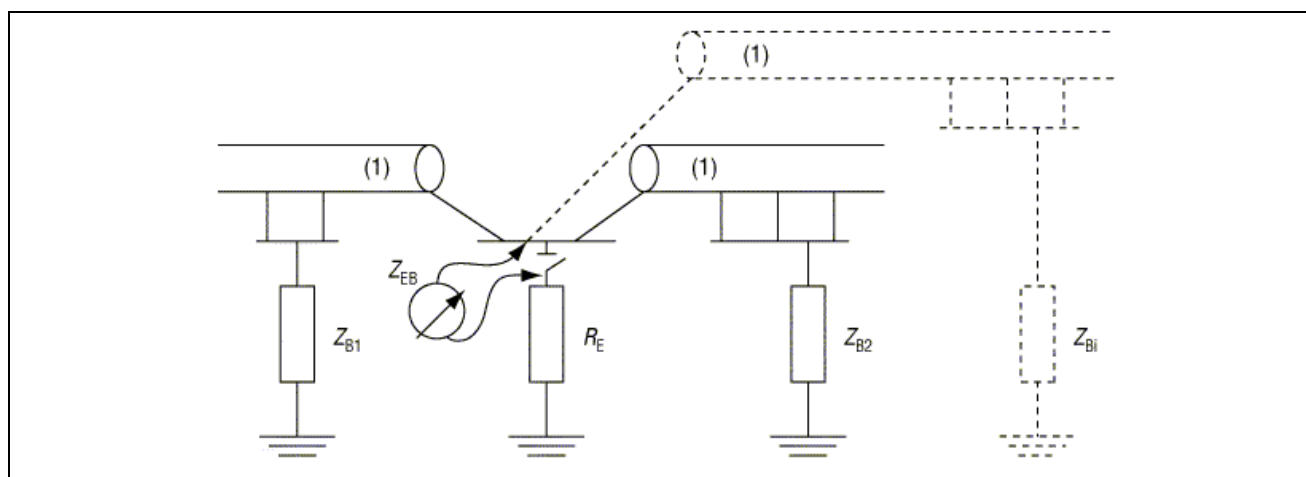


(1) Câble HT

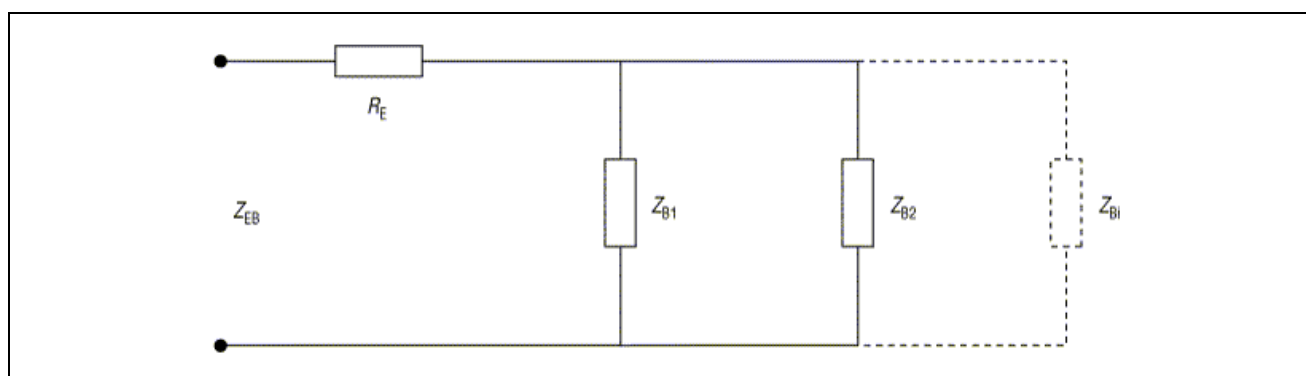
Figure 2.15. Schéma équivalent de l'impédance de terre Z_E



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 1Ω .

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 équivalent 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'Énergie 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 équivalent à celle des appareils de classe II et ce, chacun en ce qui le concerne.

Élément 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;

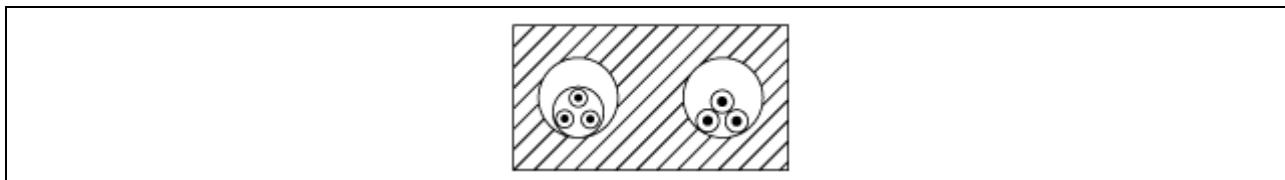
- un socle de connecteur incorporé ou fixé à la machine ou à l'appareil d'utilisation mobile.

Section 2.7.2. Modes de pose

Sous-section 2.7.2.1. Généralités

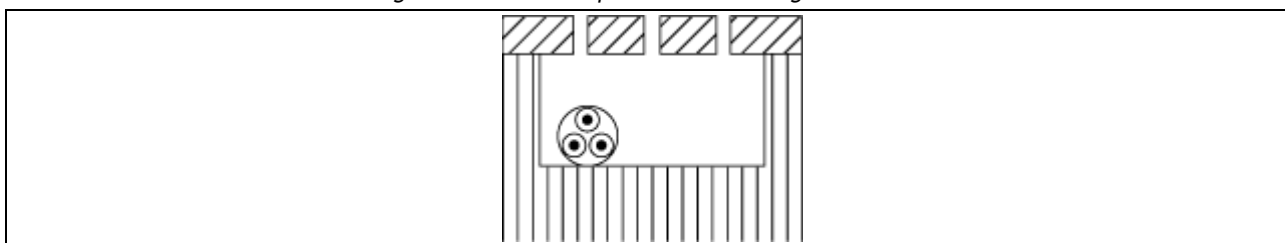
Bloc alvéolé: matériel de pose constitué d'éléments en matériau compact (tel que du béton) dans lesquels sont réservés des vides pour le passage de câbles.

Figure 2.18. Mode de pose «bloc alvéolé»



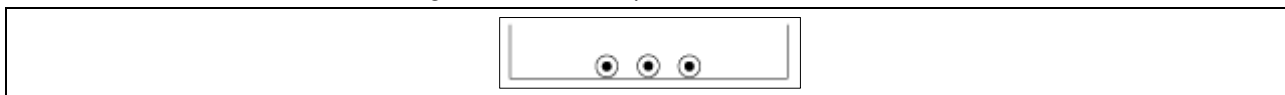
Caniveau ou gaine de sol: enceinte ou canal, situé au-dessous du niveau du sol ou plancher et dont les dimensions ne permettent pas d'y circuler: lorsqu'il peut être fermé, les câbles doivent être accessibles sur toute leur longueur.

Figure 2.19. Mode de pose «caniveau ou gaine de sol»



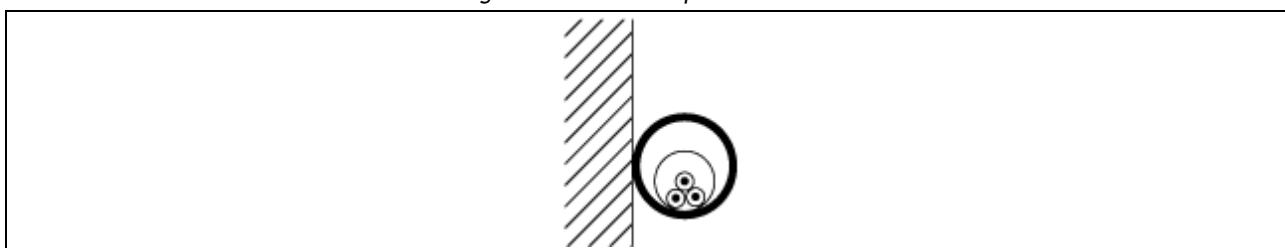
Chemin de câbles: matériel de pose constitué d'éléments profilés, pleins ou perforés, destinés à assurer le cheminement des câbles.

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»



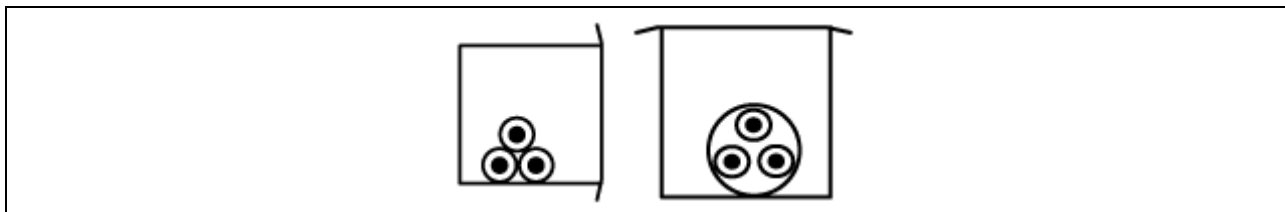
Fourreau (ou buse): élément entourant une canalisation électrique et lui conférant une protection complémentaire dans des traversées de paroi (mur, cloison, plancher, plafond) ou dans des parcours enterrés.

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.

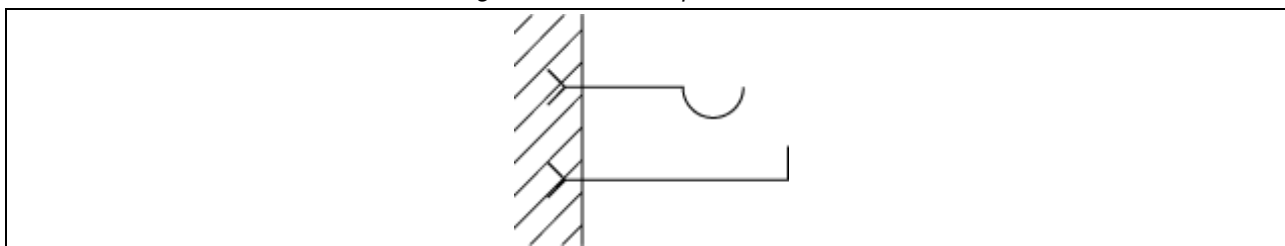
Goulotte: matériel de pose constitué par un profilé à parois pleines ou perforées, destiné à contenir des conducteurs ou des câbles, et fermé par un couvercle démontable.

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»

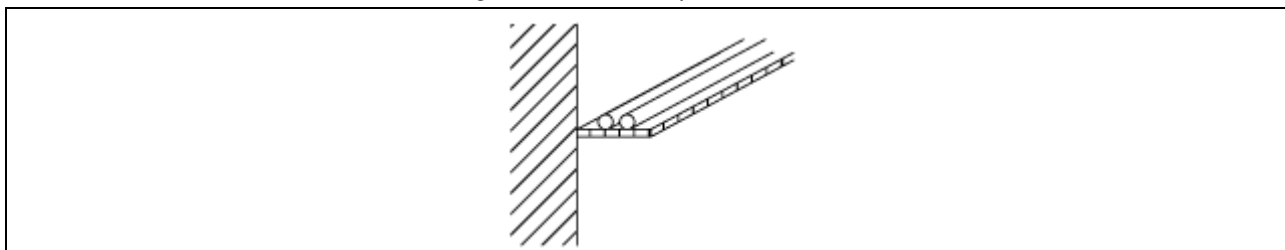


Rainure: entaille longue et étroite pratiquée dans un matériau et accessible sur toute sa longueur.

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»



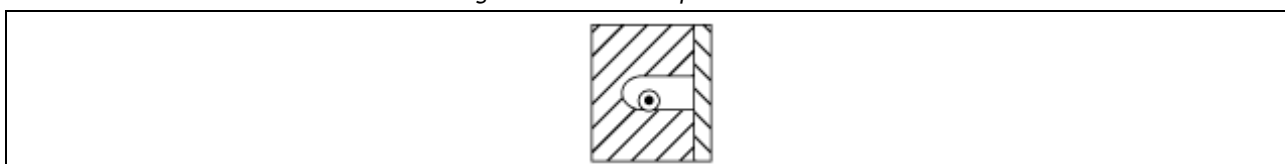
Vide de construction: espace existant dans les parois des bâtiments (murs, chambranles et huisseries ordinaires, cloisons, planchers, plafonds) accessibles seulement à certains emplacements.

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

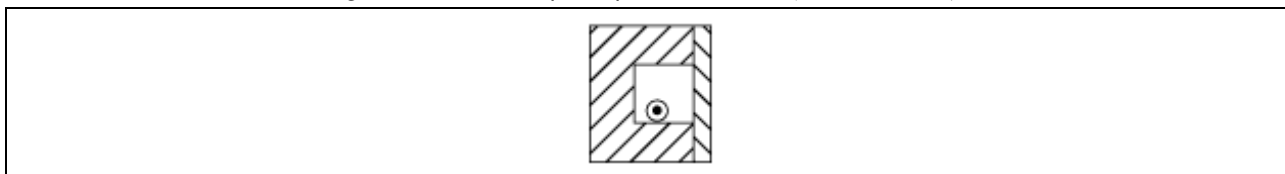
Moulure: matériel de pose constitué par une embase, appelée semelle, comportant des rainures permettant le logement de conducteurs et fermé par un couvercle démontable. Celle-ci peut être profilée décorativement.

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 vibreurs...

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
<i>Présence de flore et/ou moisissures</i>			
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
<i>Présence de faune</i>			
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 m ² sur un niveau; - soit supérieure à 1250 m ² 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'égoutage, 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 reconnections 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: espace 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

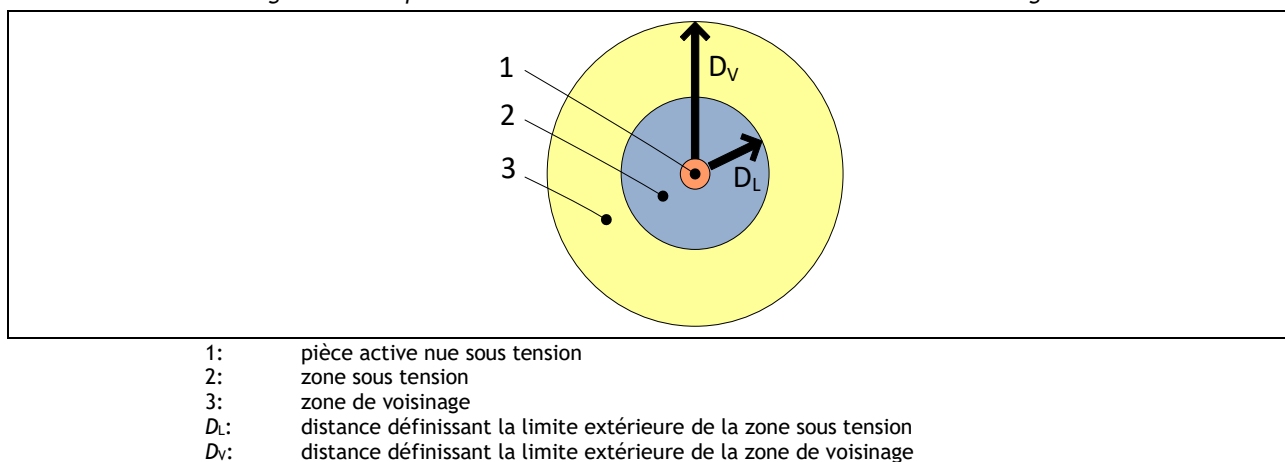


Figure 2.29. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur isolant

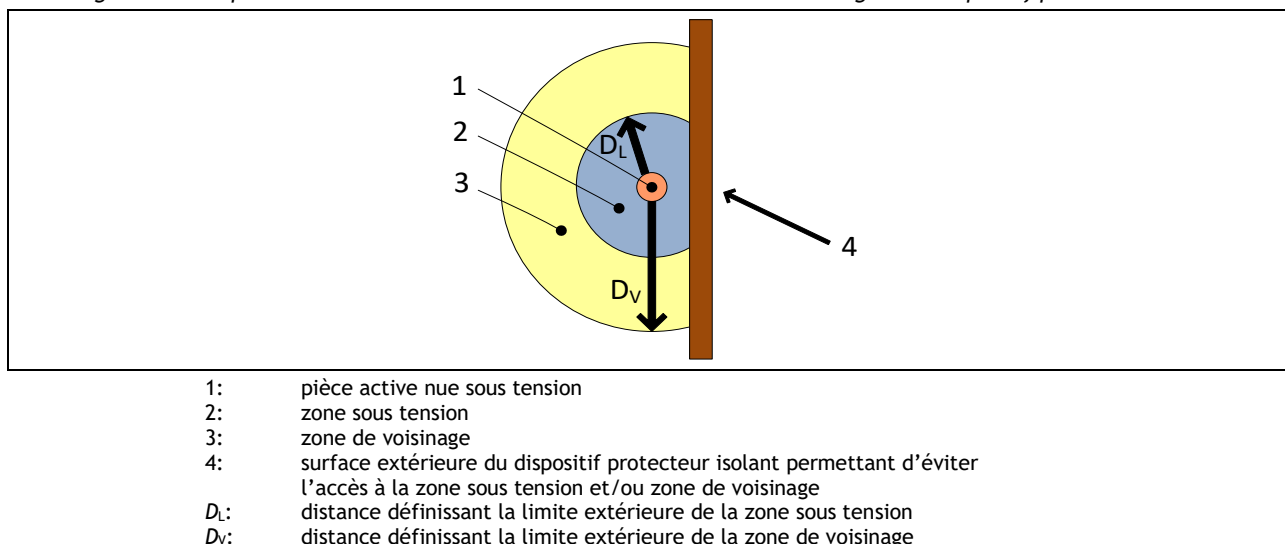
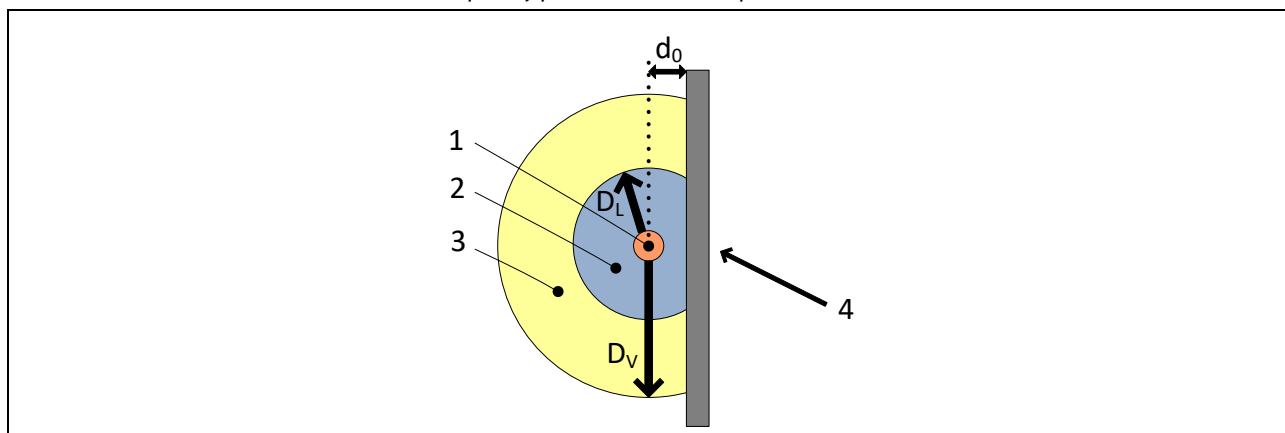


Figure 2.30. Représentation de la zone sous tension et de la zone de voisinage avec dispositif protecteur métallique mis à la terre



- 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.

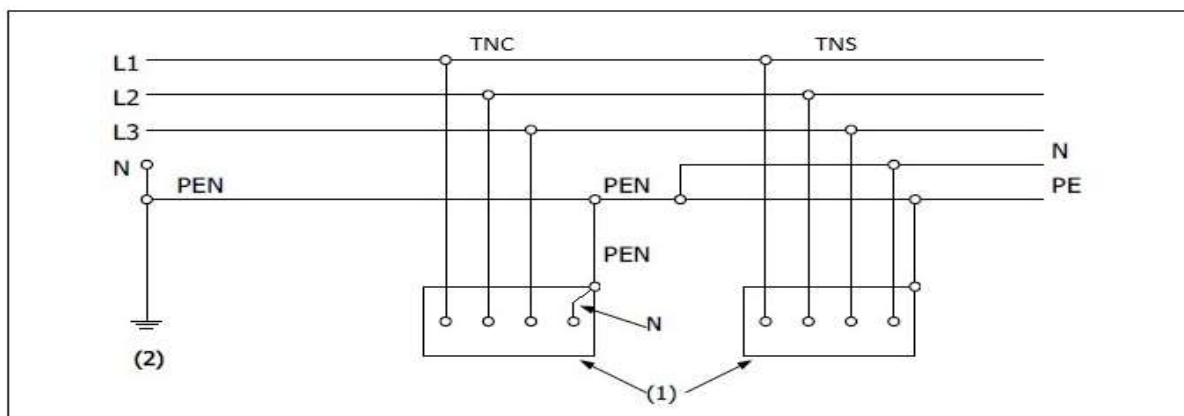
Sous-section 3.2.2.2. Mises à la terre en schéma TN

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



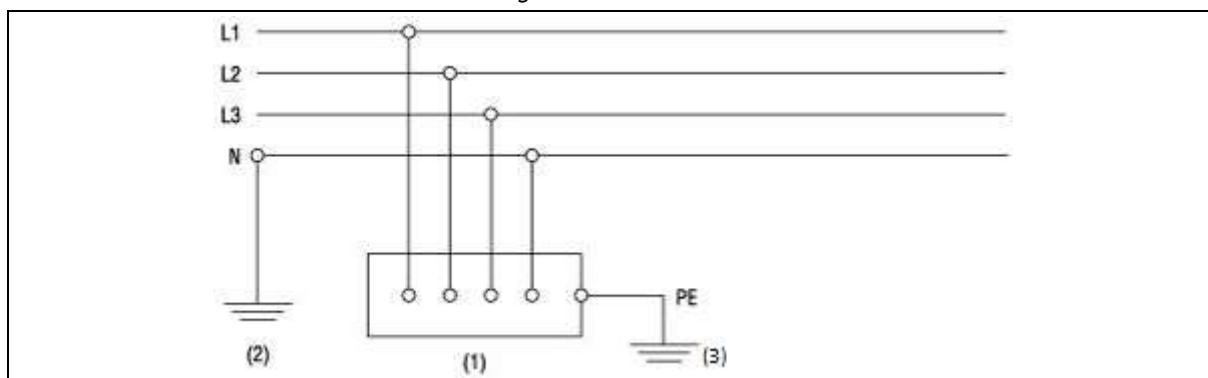
- (1) Masses
(2) Prise de terre de l'alimentation

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 mis 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

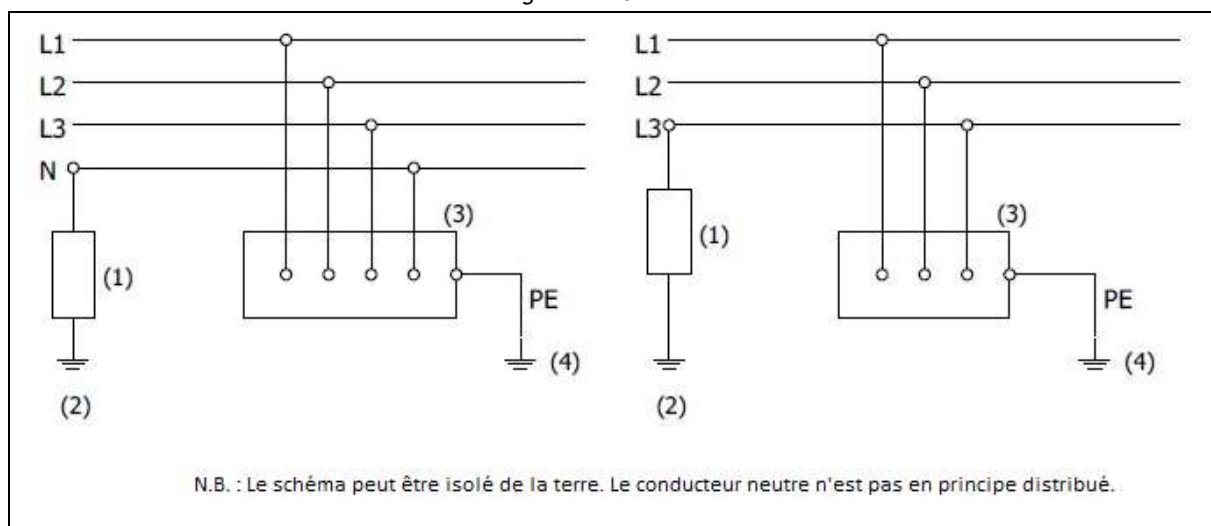
Le point neutre n'est pas mis à la terre ou l'est par l'intermédiaire d'une impédance suffisamment élevée. Aucun conducteur actif n'est relié directement à la terre. Un point de l'installation peut cependant être relié à la terre à travers une impédance appropriée. Un neutre artificiel peut être relié 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 schémas de mise à la terre pour les installations à haute tension sont définis suivant les règles de l'art.

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	94
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	97
Sous-section 4.4.3.4. Courant de court-circuit.....	97
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	100
Sous-section 4.5.2.1. Précautions d'installation	100
Sous-section 4.5.2.2. Limiteurs de surtensions en schéma IT	100
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 différent 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 1^{ère} 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 1^{ère} 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.

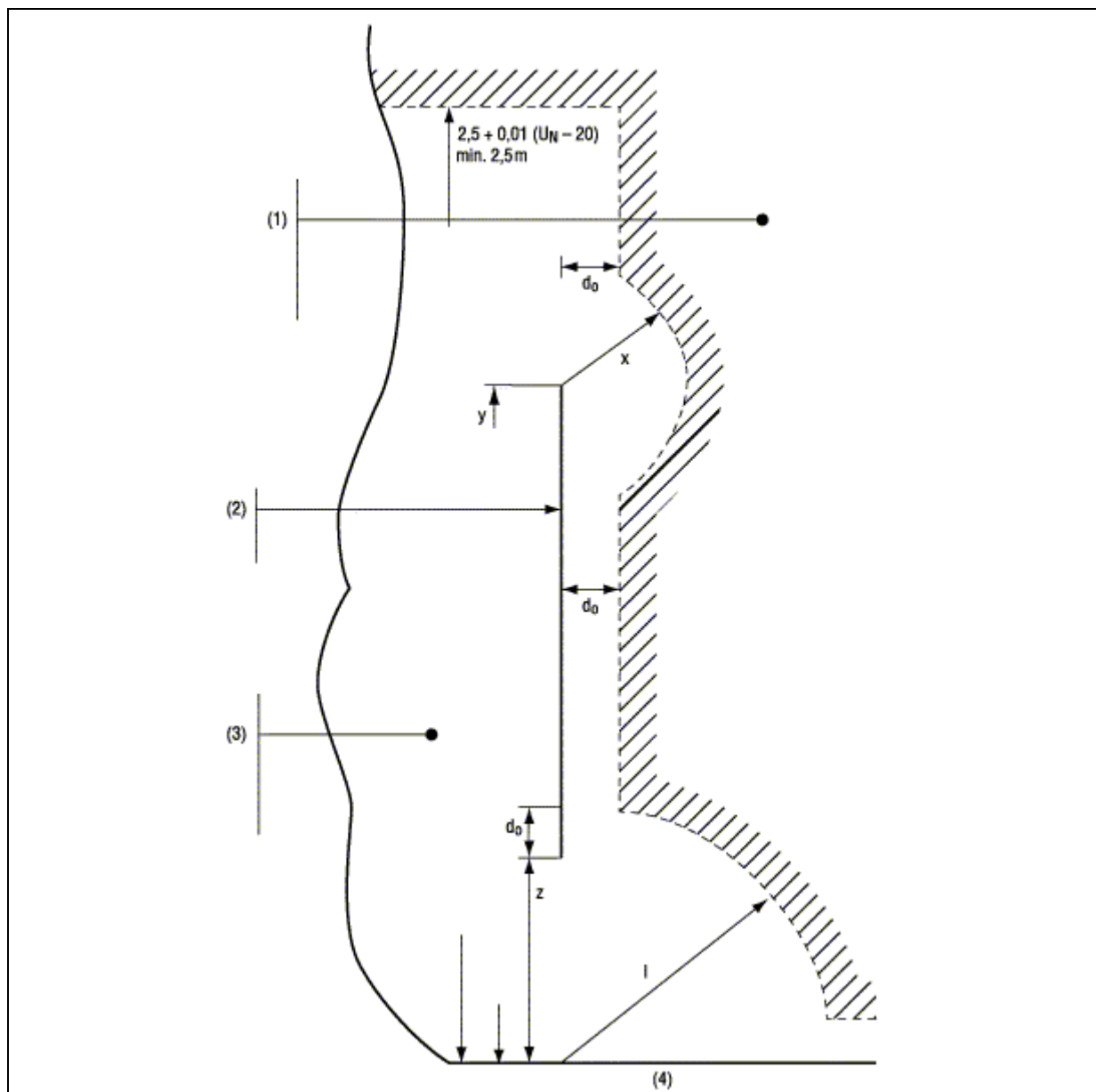
e.2.2. Dans les lieux exclusifs du service électrique

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:

$$d_0 = 0,05 + 0,00675 (U_N - 1) \text{ si le degré de protection de l'obstacle est au moins IP2X;}$$

$$d_0 = 0,10 + 0,00675 (U_N - 1) \text{ si le degré de protection de l'obstacle est IP1X;}$$
 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 parties 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 parties 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 1^{ère} catégorie

Pour la basse tension de 1^{ère} 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 2^e catégorie

Pour la basse tension de 2^e 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 1^{ère} catégorie

Pour la très basse tension et la basse tension de 1^{ère} 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 2^e catégorie

Pour la basse tension de 2^e 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 parties 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.

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 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 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 équivalent 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 0I, 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.

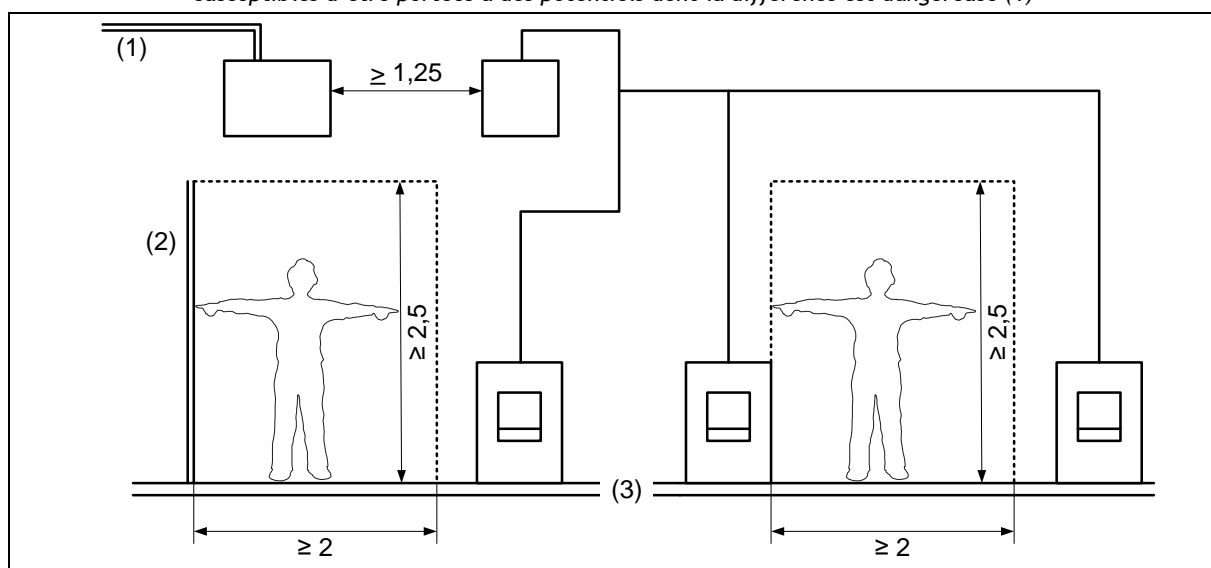
d.5. Isolation des masses ou des éléments conducteurs étrangers

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.

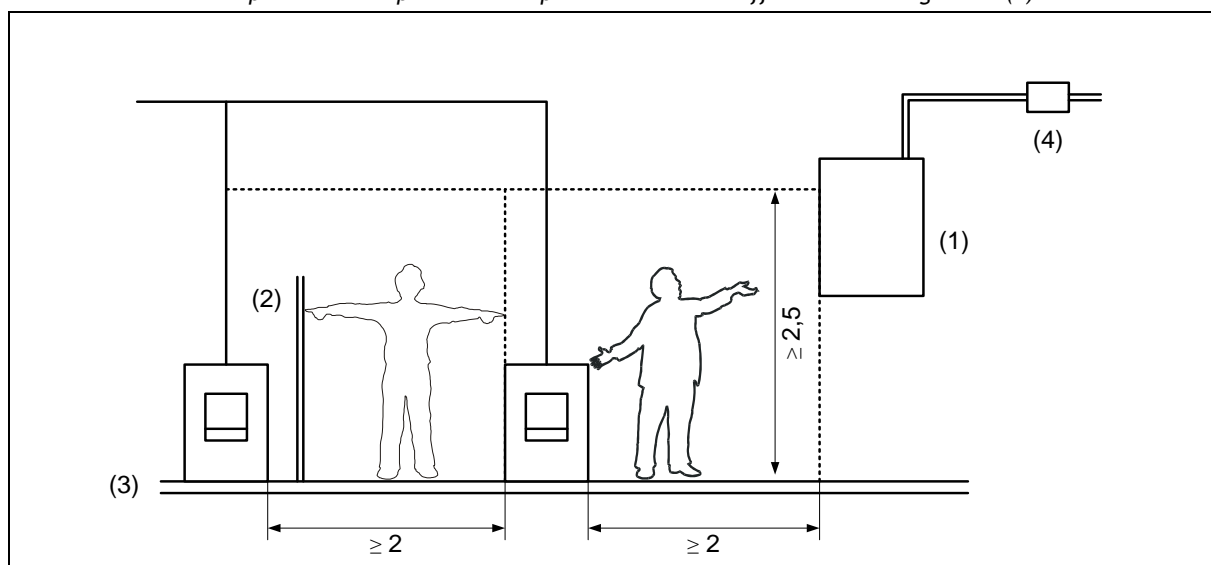
Les masses ou éléments conducteurs étrangers accessibles ainsi protégés par isolation ne sont plus à prendre en considération à l'intérieur du volume d'accessibilité. La pièce ou l'élément isolant dispose d'une rigidité mécanique suffisante et supporte des essais de type à une tension d'essai d'au moins 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) Élément 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) Élément 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

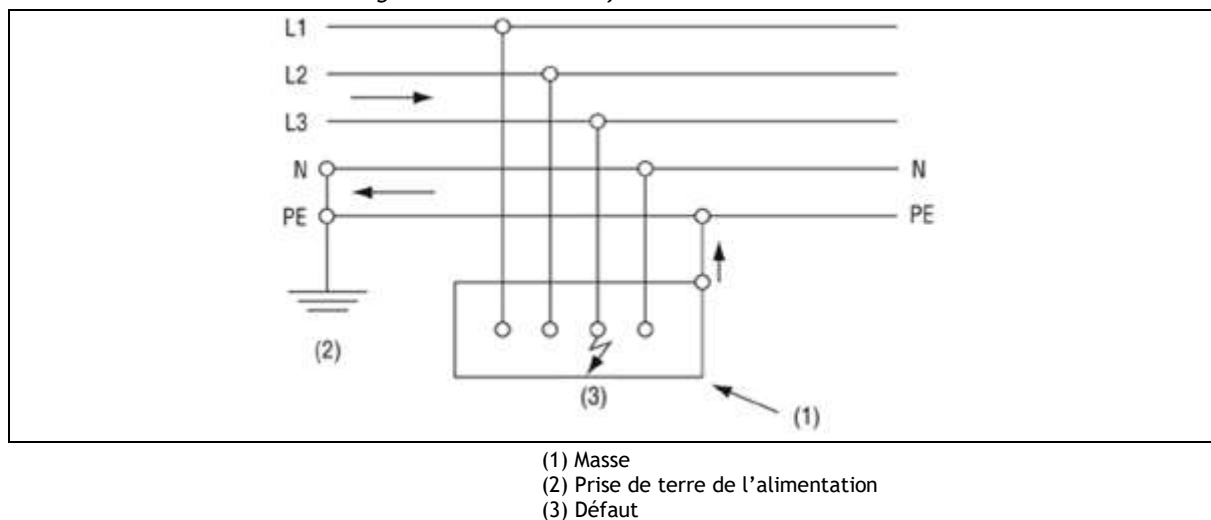
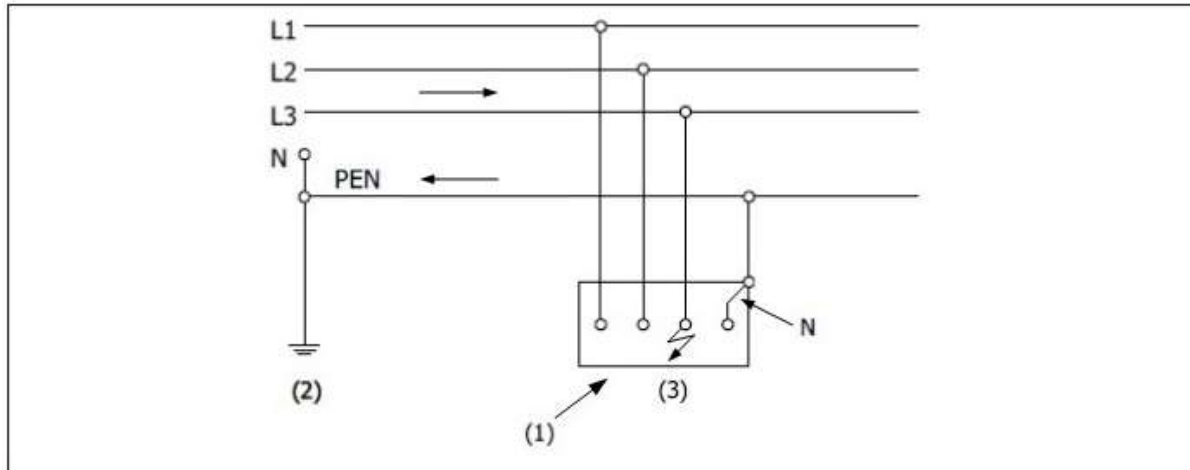
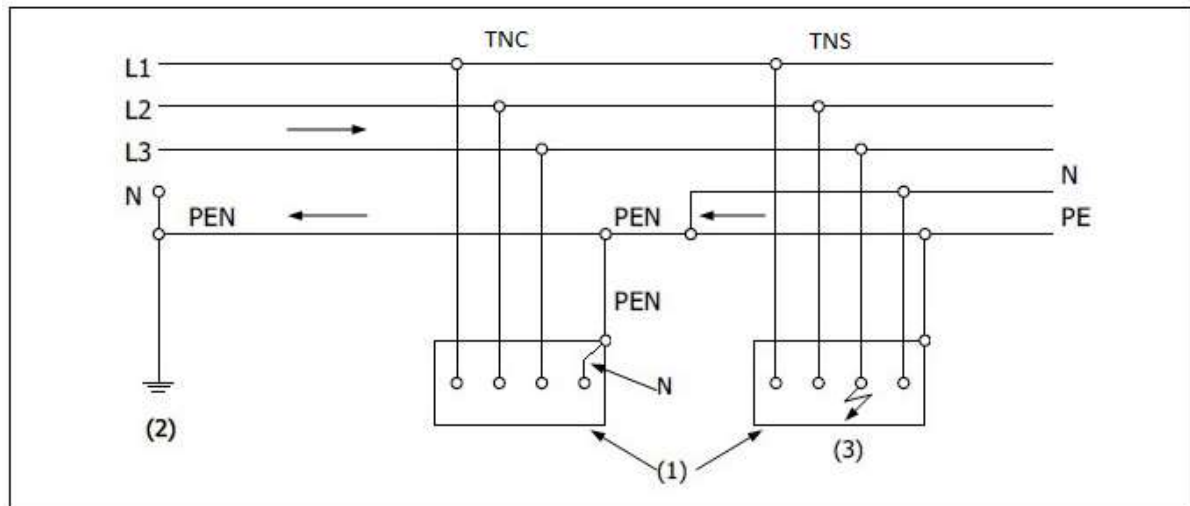


Figure 4.4. Boucle de défaut dans un schéma TN-C



- (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.

À 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.

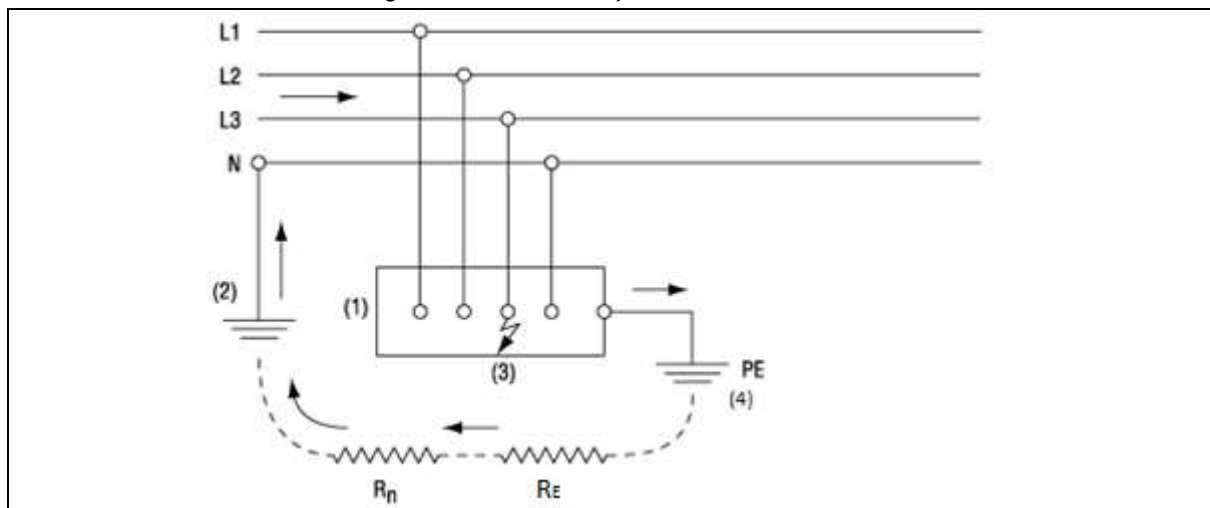
c. Mesures de protection dans les installations alimentées par un réseau TT

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:

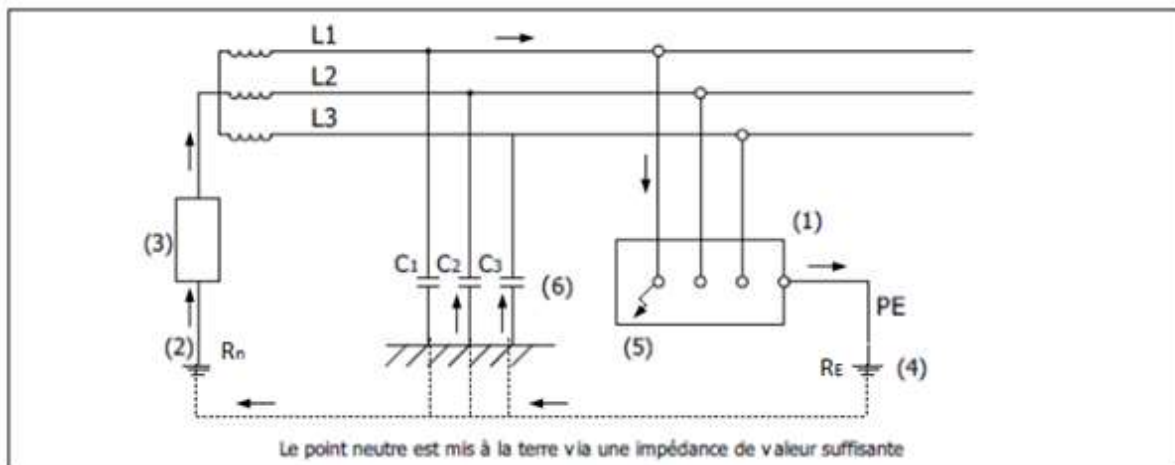
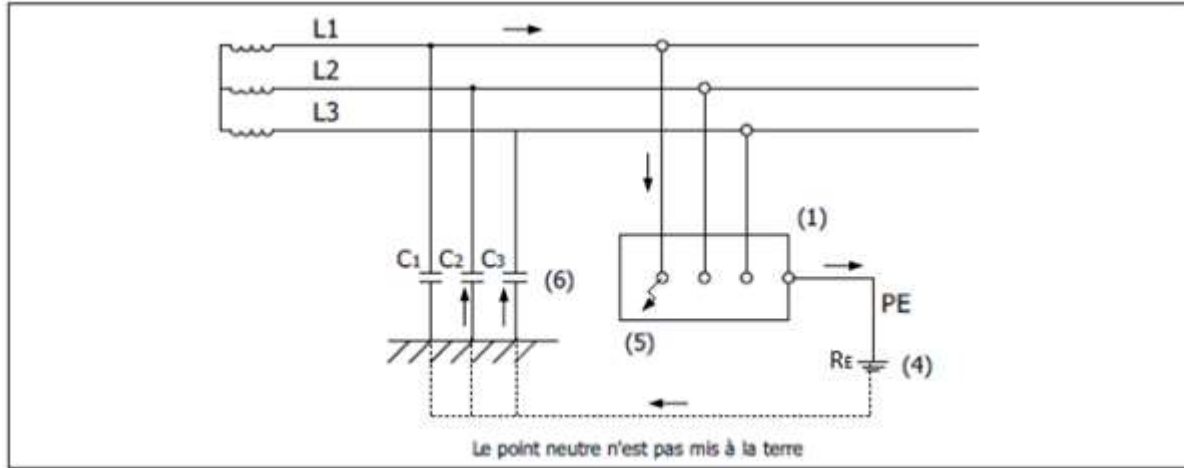
- soit lorsque le conducteur neutre, lors d'un défaut direct entre un conducteur de phase et la terre, présente une tension par rapport à la terre supérieure à la tension limite conventionnelle absolue;

- 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:

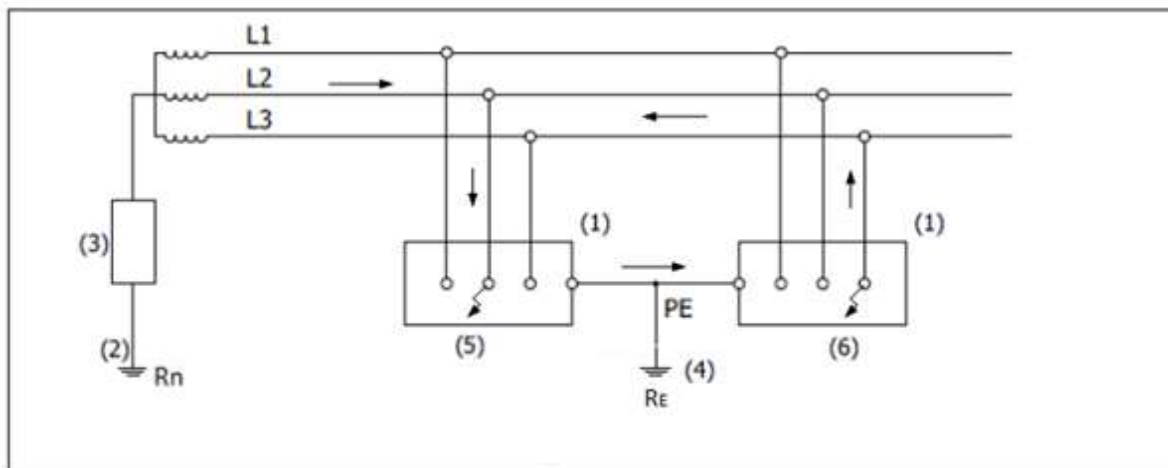
- soit actionner un signal sonore ou un signal visuel;
- soit couper automatiquement l'alimentation.

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.

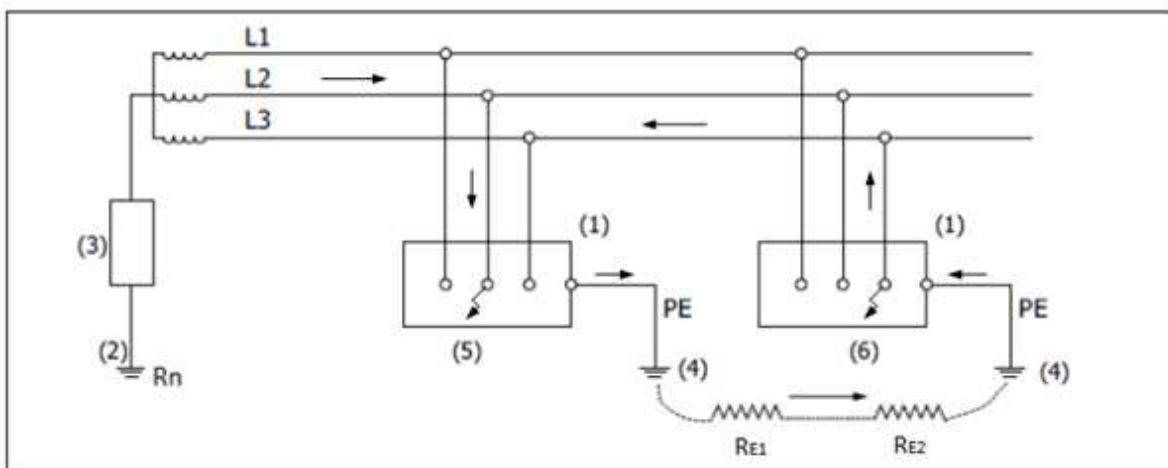
d.5. Mesures à prendre en cas d'existence de deux défauts d'isolement simultanés

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*.

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 équipotentielle.

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:

$$15 \frac{\rho_E (\Omega\text{m})}{150 (\Omega\text{m})} \Omega$$

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. Éloignement 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 mm² lorsque les conducteurs sont protégés mécaniquement;
- 4 mm² 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	$t \leq 5 \text{ s}$	Pas d'application	$U_E \leq 1200\text{V}$
	$t > 5 \text{ s}$		$U_E \leq 250\text{V}$
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 propageur 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

<i>Surfaces extérieures</i>	<i>Températures maximales (° C)</i>
– des organes de commande manuels	
• <i>métalliques</i>	55
• <i>non-métalliques</i>	65
– prévues pour être touchées en service normal mais non destinées à être tenues à la main de façon continue	
• <i>métalliques</i>	70
• <i>non-métalliques</i>	80
– accessibles mais non destinées à être touchées en service normal	
• <i>métalliques</i>	80
• <i>non-métalliques</i>	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, ...

Compartment: 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

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.

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 constitutantes 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 complètement enfermé dans des matériaux résistants 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 1^{er} et 2^{ème} 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 1^{er} 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 1^{er} 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 destinés 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 protégés 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 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 manœuvre 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.

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. 1^{er} 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 agréé 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 manœuvre 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 défauts 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 2^{ème} 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.

e. Lieux avec batterie contenant un électrolyte inflammable

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 des modalités relatives au calcul du courant admissible.

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 de 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.

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:

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

dans laquelle:

t : le temps en secondes

S : la section, en mm^2 , 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 modalités relatives à la détermination des longueurs maxima des canalisations électriques protégées.

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 protégerait 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	128
Sous-section 5.2.10.4. Règles particulières en basse tension et en très basse tension	128
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	134
Sous-section 5.3.2.1. En fonction de la température ambiante (AA)	134
Sous-section 5.3.2.2. En fonction de la présence d'eau (AD)	134
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)	135
Sous-section 5.3.2.5. En fonction des contraintes mécaniques dues aux chocs (AG)	135
Sous-section 5.3.2.6. En fonction des contraintes mécaniques dues aux vibrations (AH)	135
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)	136
Sous-section 5.3.2.10. En fonction de l'état du corps humain (BB)	136
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)	137
Sous-section 5.3.2.14. En fonction de la structure des bâtiments (CB)	137
Section 5.3.3. Modes de commande et de coupure	137
Sous-section 5.3.3.1. Coupure de sécurité	137
Sous-section 5.3.3.2. Mettre à la terre en haute tension	141
Sous-section 5.3.3.3. Commande fonctionnelle	141
Sous-section 5.3.3.4. Fonctions simultanées	142
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	144
Sous-section 5.3.4.1. Appareils d'éclairage	144

Sous-section 5.3.4.2. Appareils de chauffage	146
Sous-section 5.3.4.3. Dispositifs enrouleurs	146
Sous-section 5.3.4.4. Prolongateurs.....	146
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	147
Sous-section 5.3.5.4. Interrupteurs et autres appareils de manoeuvre	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	152
Sous-section 5.3.7.1. Généralités	152
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.....	153
Section 5.4.1. Généralités	153
Section 5.4.2. Installations de mise à la terre	153
Sous-section 5.4.2.1. Prise de terre.....	153
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	154
Sous-section 5.4.3.3. Repérage des conducteurs	155
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.....	156
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 réglementé 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. 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, peuvent fixer des conditions supplémentaires concernant le choix et l'utilisation du matériel électrique. A défaut, le choix et l'utilisation du matériel électrique se font 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 déficiences 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 mm².

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 des modalités relatives au calcul de la section des canalisations électriques.

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 (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 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.

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.

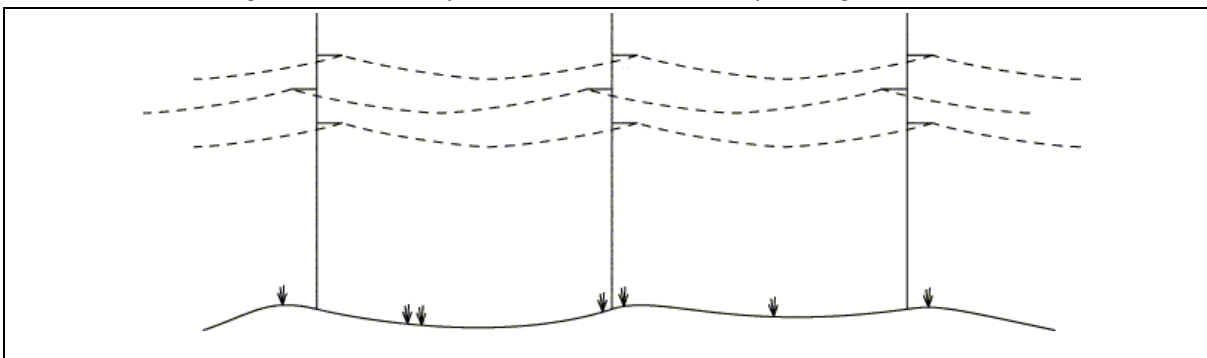
Section 5.2.2. Modes de pose

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;

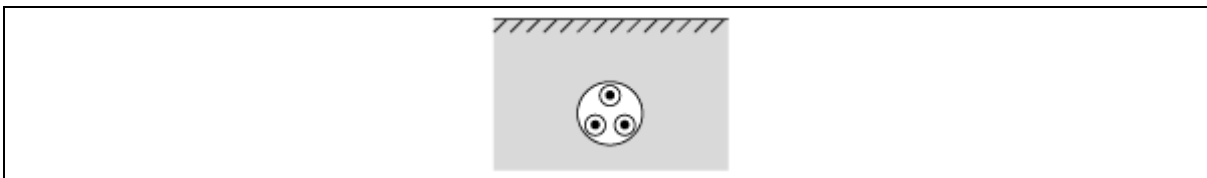
Figure 5.1. Modes de pose des canalisations électriques – Lignes aériennes



b. en canalisations électriques souterraines:

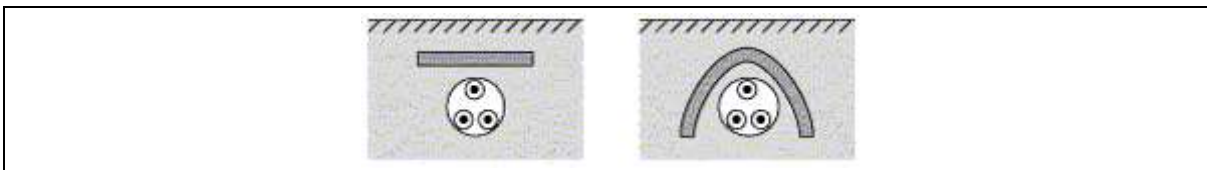
b.1 Enterrées directement

Figure 5.2. Modes de pose des canalisations électriques – Canalisations électriques souterraines enterrées directement



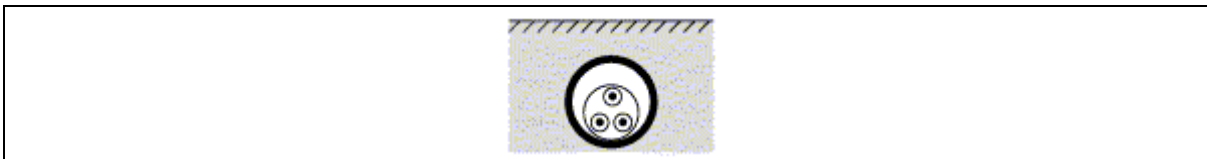
b.2 Enterrées avec protection mécanique

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

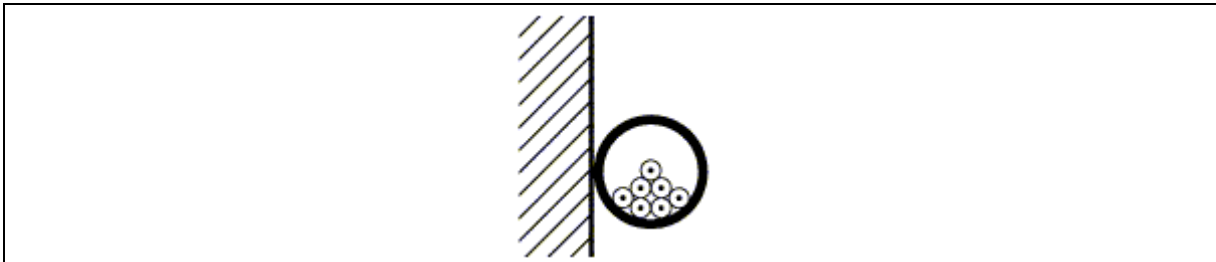
Les canalisations électriques, sous réserve de leur nature, peuvent être posées des différentes manières suivantes:

a. en lignes de contacts roulants ou glissants;

b. en montage apparent:

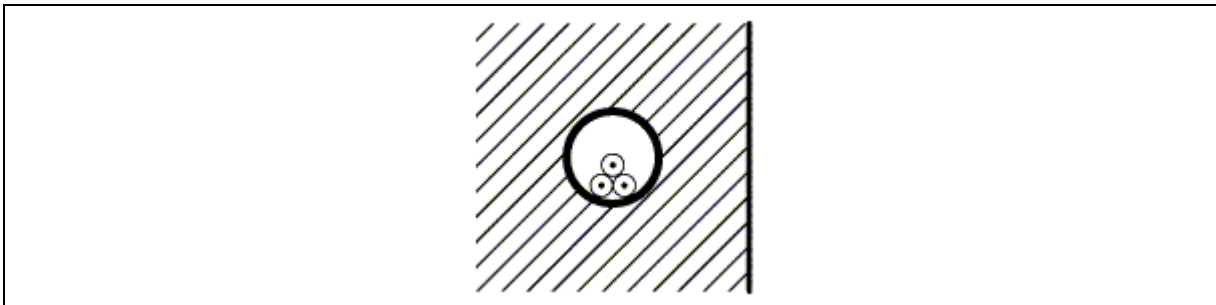
la canalisation électrique est posée à la surface d'une paroi d'un local ou à sa proximité immédiate de telle façon que la distance entre la canalisation électrique et la paroi ne soit pas supérieure à 0,3 fois le diamètre extérieur de ladite canalisation électrique;

Figure 5.5. Modes de pose des canalisations électriques – Montage apparent



c. sous conduits encastrés:

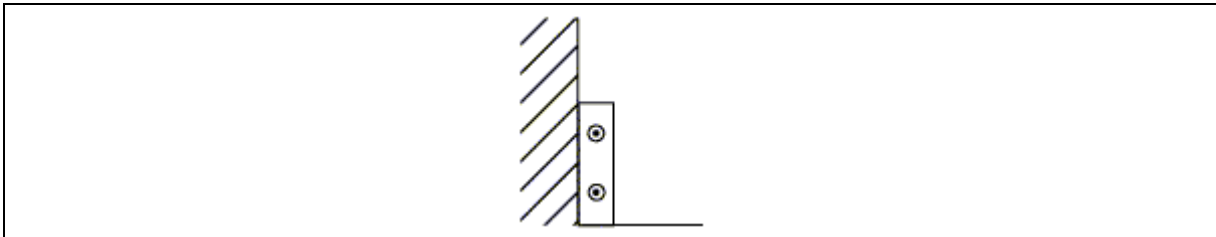
Figure 5.6. Modes de pose des canalisations électriques – Montage encastré



d. sous moulures, plinthes et chambranles ad hoc;

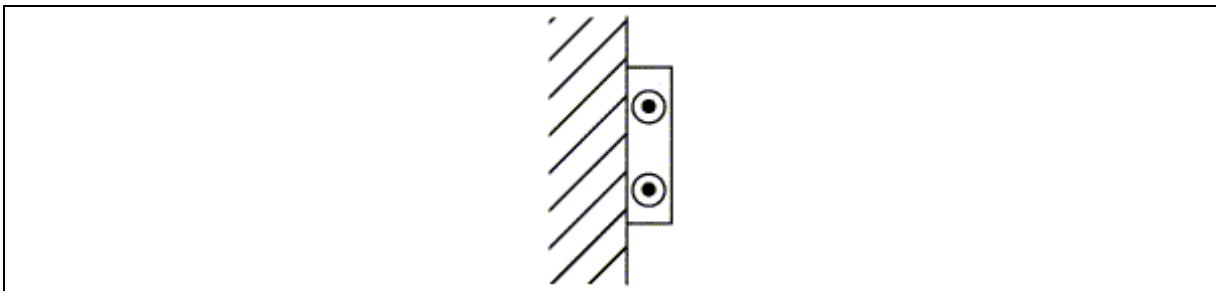
d.1 plinthes

Figure 5.7. Modes de pose des canalisations électriques – Plinthes



d.2 Chambranles

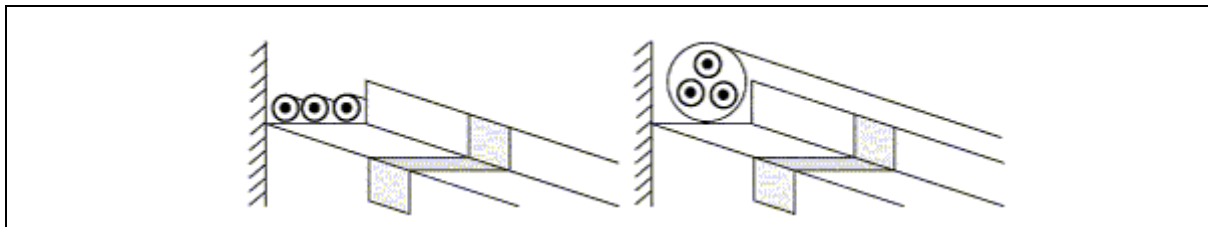
Figure 5.8. Modes de pose des canalisations électriques – Chambranles



- 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;

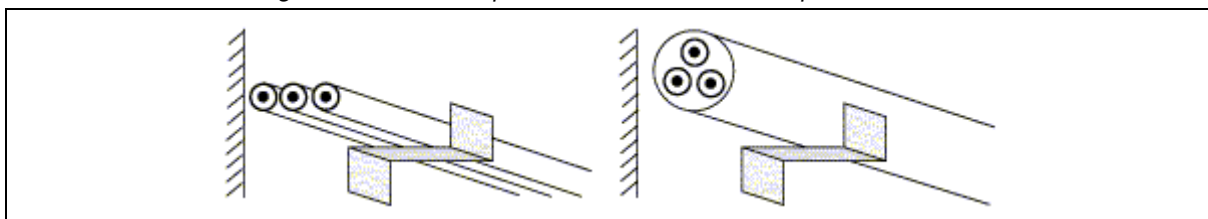
e.1 chemins de câbles

Figure 5.9. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



e.2 corbeaux

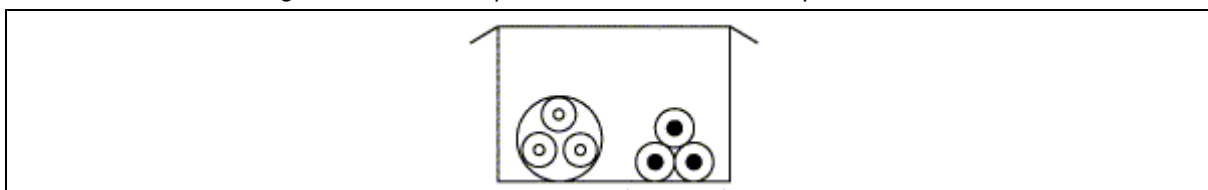
Figure 5.10. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



- f. sous goulottes et gouttière;

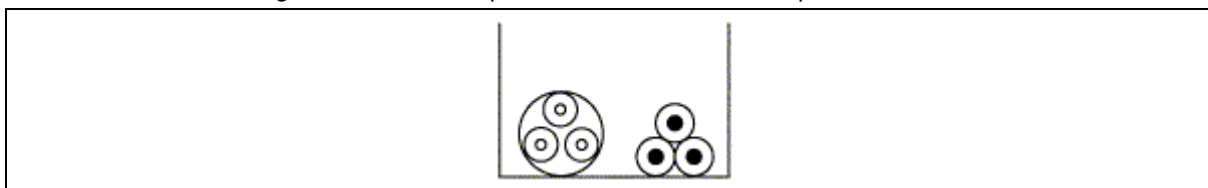
f.1. goulotte

Figure 5.11. Modes de pose des canalisations électriques – Goulotte



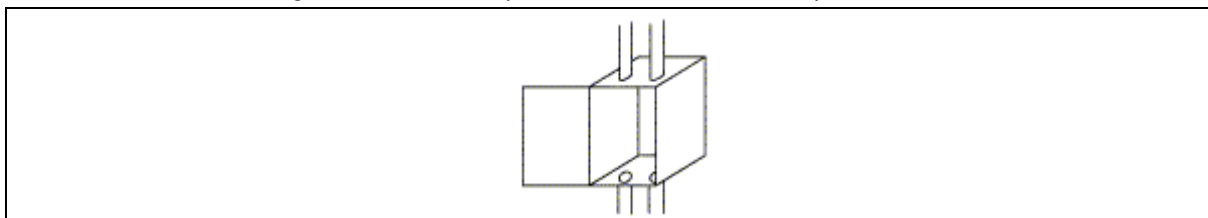
f.2. gouttière

Figure 5.12. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière



- g. dans des gaines;

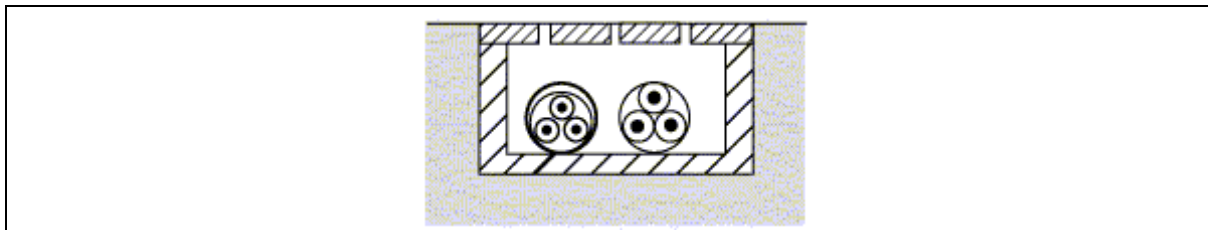
Figure 5.13. Modes de pose des canalisations électriques – Gains



h. dans des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

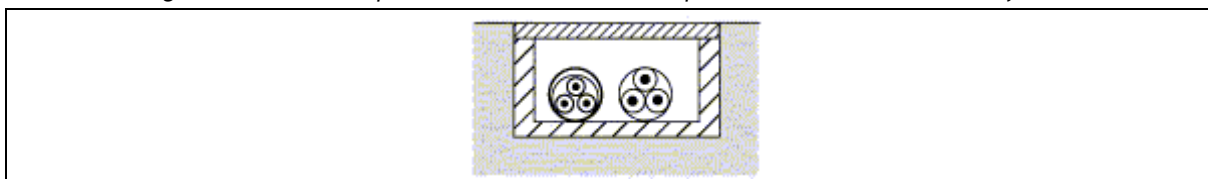
h.1. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.14. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



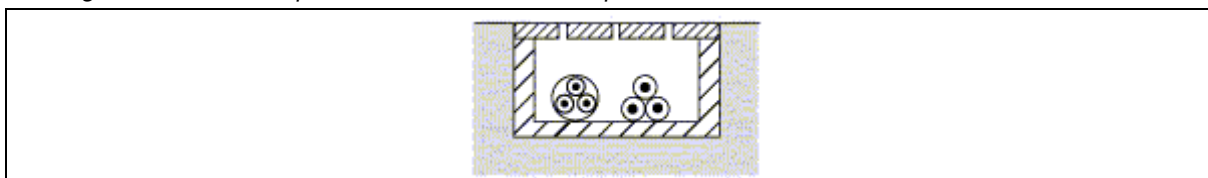
h.2. conduits dans caniveaux fermés

Figure 5.15. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



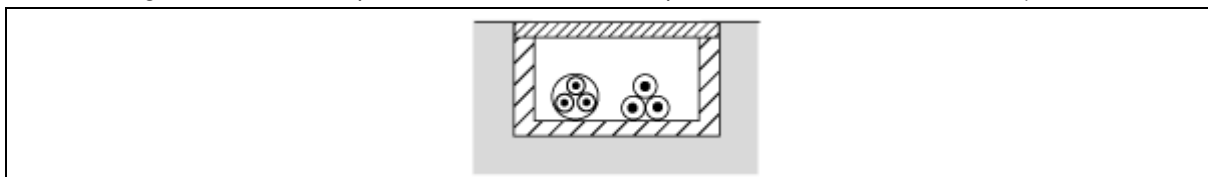
h.3. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.16. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



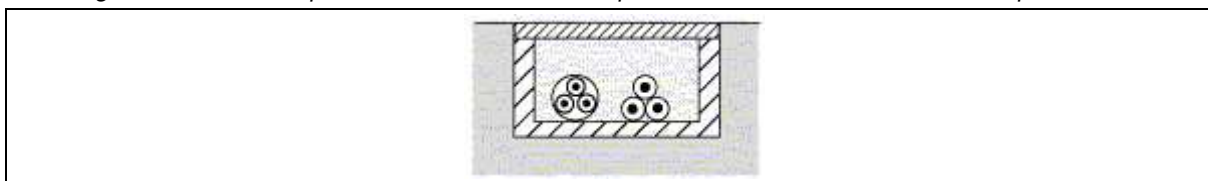
h.4. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.17. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



h.5. pose directe dans caniveaux remplis de sable

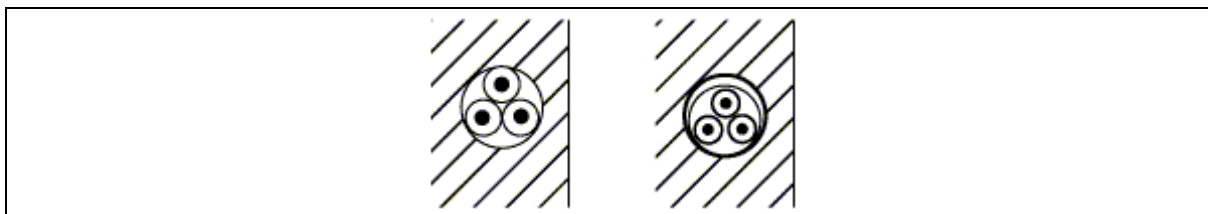
Figure 5.18. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable



i. dans les vides de constructions, alvéoles et blocs manufacturés;

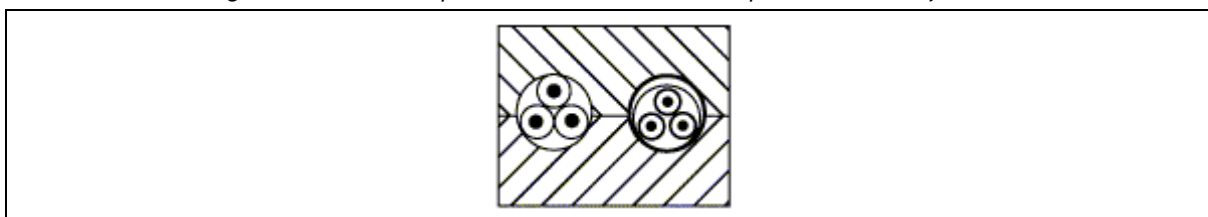
i.1. alvéoles

Figure 5.19. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



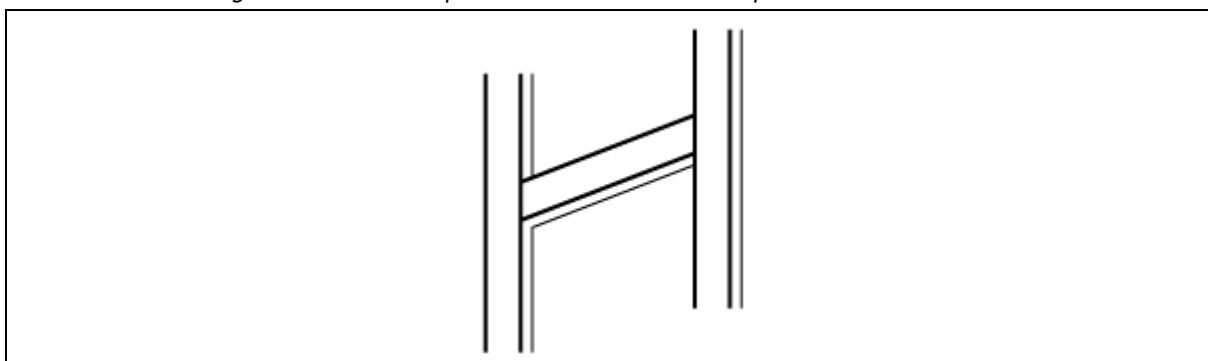
i.2. blocs manufacturés

Figure 5.20. Modes de pose des canalisations électriques – Blocs manufacturés



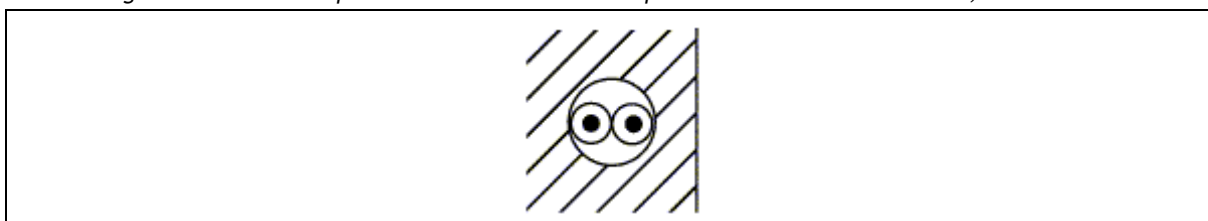
j. dans les huisseries;

Figure 5.21. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les huisseries



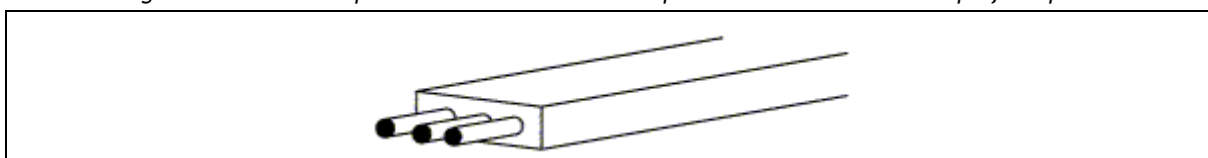
k. en encastrements directs, sans conduits;

Figure 5.22. Modes de pose des canalisations électriques – En encastrements directs, sans conduits



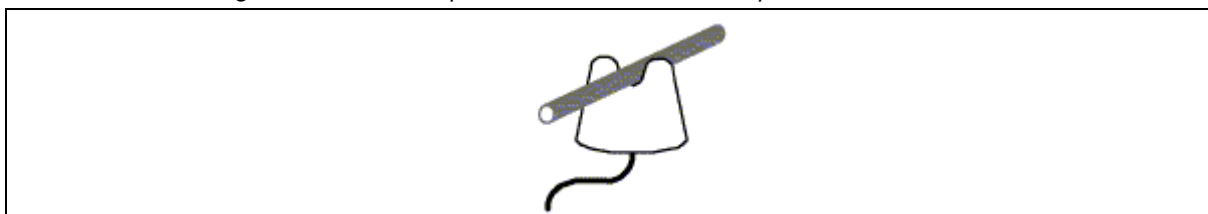
l. dans les canalisations préfabriquées;

Figure 5.23. Modes de pose des canalisations électriques – Dans les canalisations préfabriquées



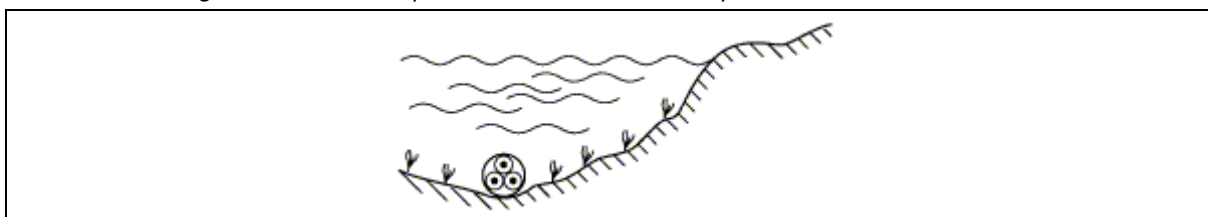
m. sur des isolateurs;

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.

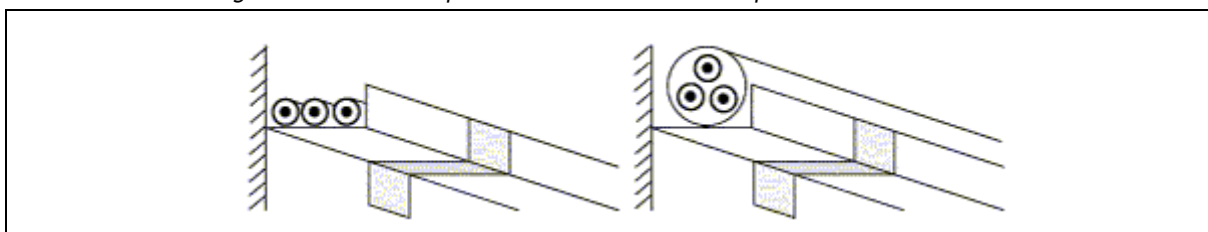
Sous-section 5.2.2.5. Modes de pose en haute tension

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;

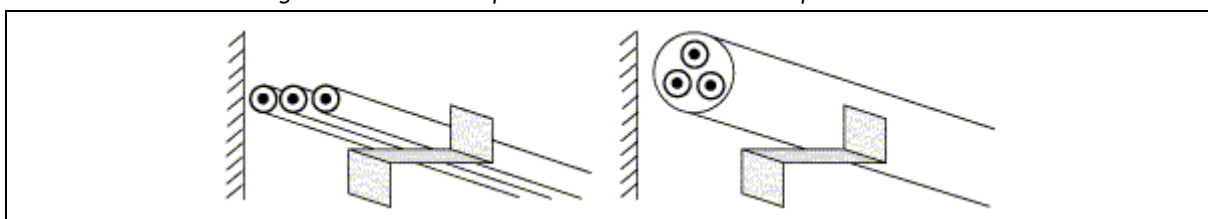
a.1 chemins de câbles

Figure 5.26. Modes de pose des canalisations électriques – Chemins de câbles



a.2 corbeaux

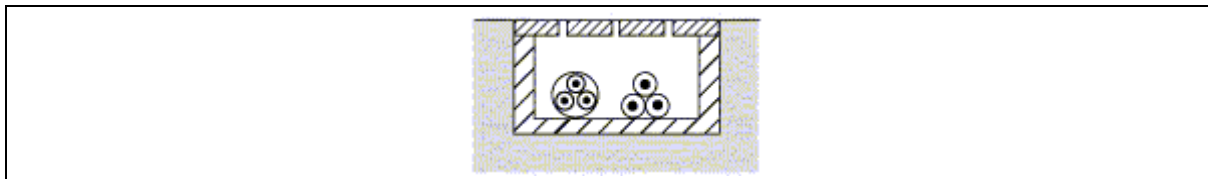
Figure 5.27. Modes de pose des canalisations électriques – Corbeaux



b. sous des caniveaux ouverts, fermés ou remplis de sable;

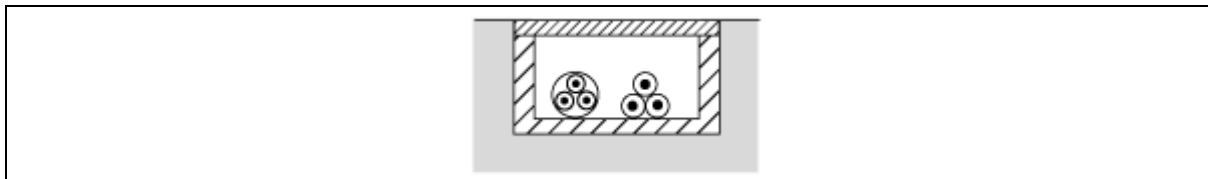
b.1. pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.28. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux ouverts ou ventilés



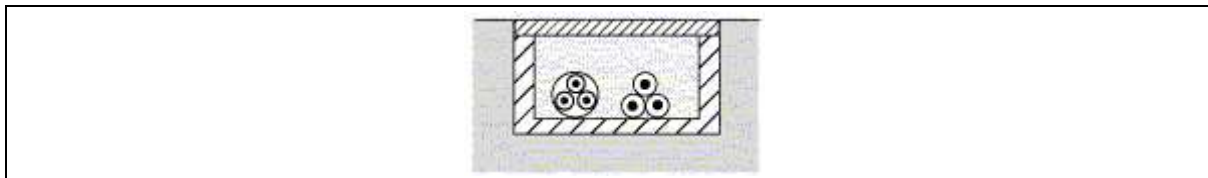
b.2. pose directe dans caniveaux fermés

Figure 5.29. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux fermés



b.3. pose directe dans caniveaux remplis de sable

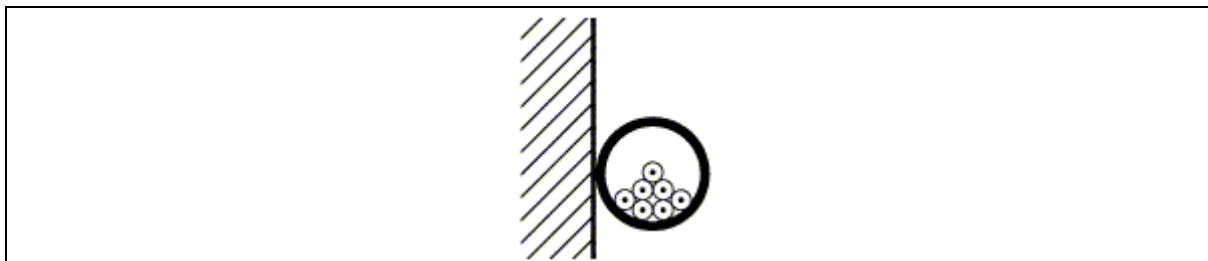
Figure 5.30. Modes de pose des canalisations électriques – Pose directe dans caniveaux remplis de sable



c. sous conduits à l'air libre, en galeries à câbles ou caniveaux, avec, si nécessaire, les moyens de fixation appropriés;

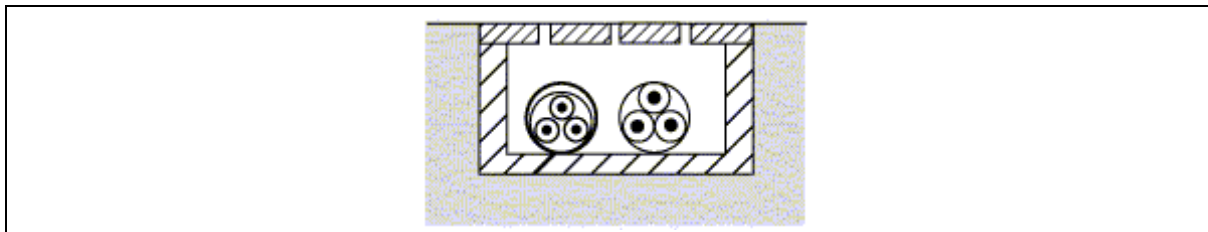
c.1. sous conduits à l'air libre

Figure 5.31. Modes de pose des canalisations électriques – Sous conduits à l'air libre



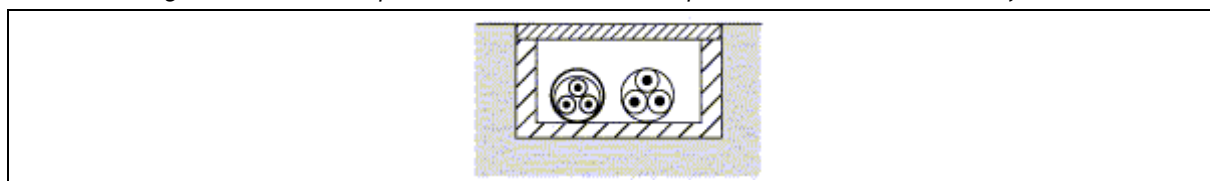
c.2. conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés

Figure 5.32. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux ouverts ou ventilés



c.3. conduits dans caniveaux fermés

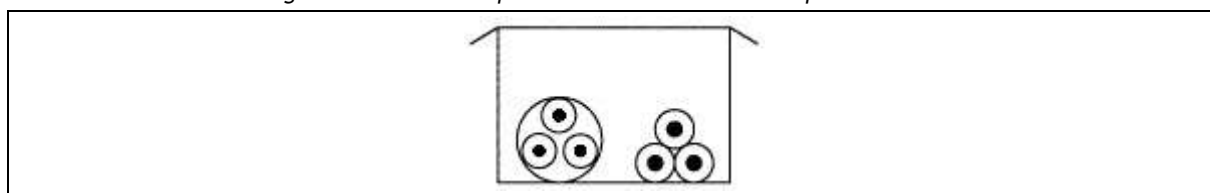
Figure 5.33. Modes de pose des canalisations électriques – Conduits dans caniveaux fermés



d. dans des goulottes et gouttières;

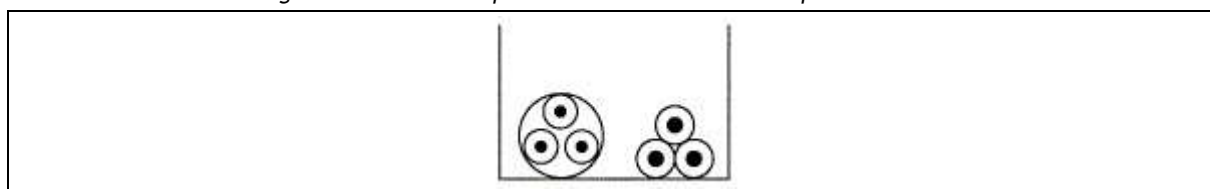
d.1. goutlotte

Figure 5.34. Modes de pose des canalisations électriques – Goutlotte



d.2. gouttière

Figure 5.35. Modes de pose des canalisations électriques – Gouttière

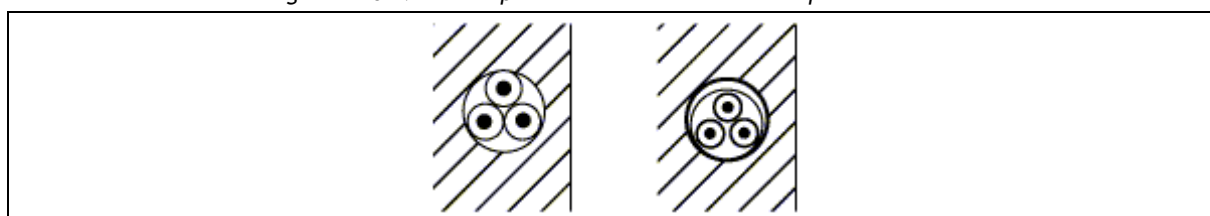


e. dans des gaines;

f. dans des vides de construction;

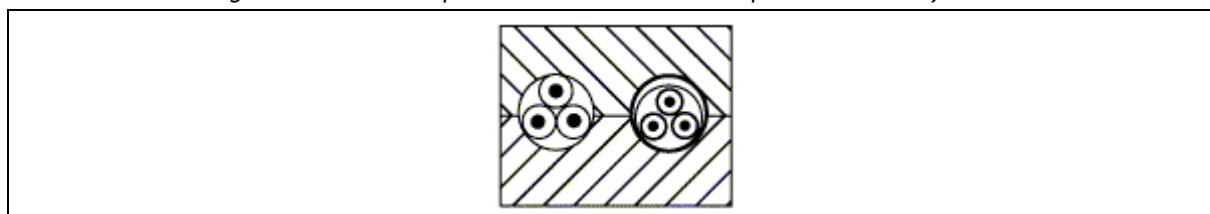
f.1. alvéoles

Figure 5.36. Modes de pose des canalisations électriques – Alvéoles



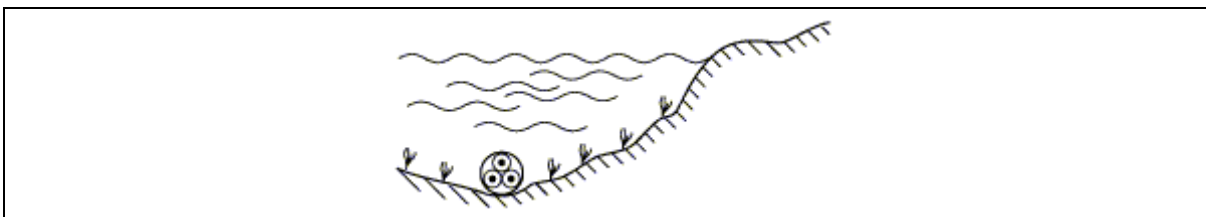
f.2. blocs manufacturés

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

D'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques sont autorisés conformément aux règles de l'art qui s'y rapportent.

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.

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 (AH2) ou importantes (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 des modalités relatives au calcul de la section des conducteurs nus autres que ceux des lignes aériennes.

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 mm².

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 connexions 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 répondre à des dispositions assurant au moins un niveau de sécurité équivalent à celui défini dans celles-ci.

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 **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 2^{ème} catégorie. Il est admis que les canalisations électriques souterraines à haute tension en courant continu et celles en courant alternatif de la 2^{ème} catégorie installées avant le 1^{er} 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 2^{ème} 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 dérogoires 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 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 9.1.4.*

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.

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.

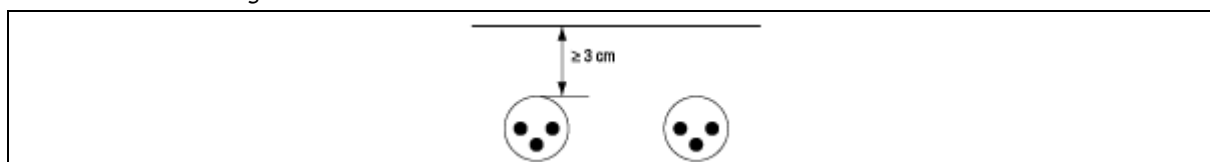
h. Pose en encastrement sans conduit

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

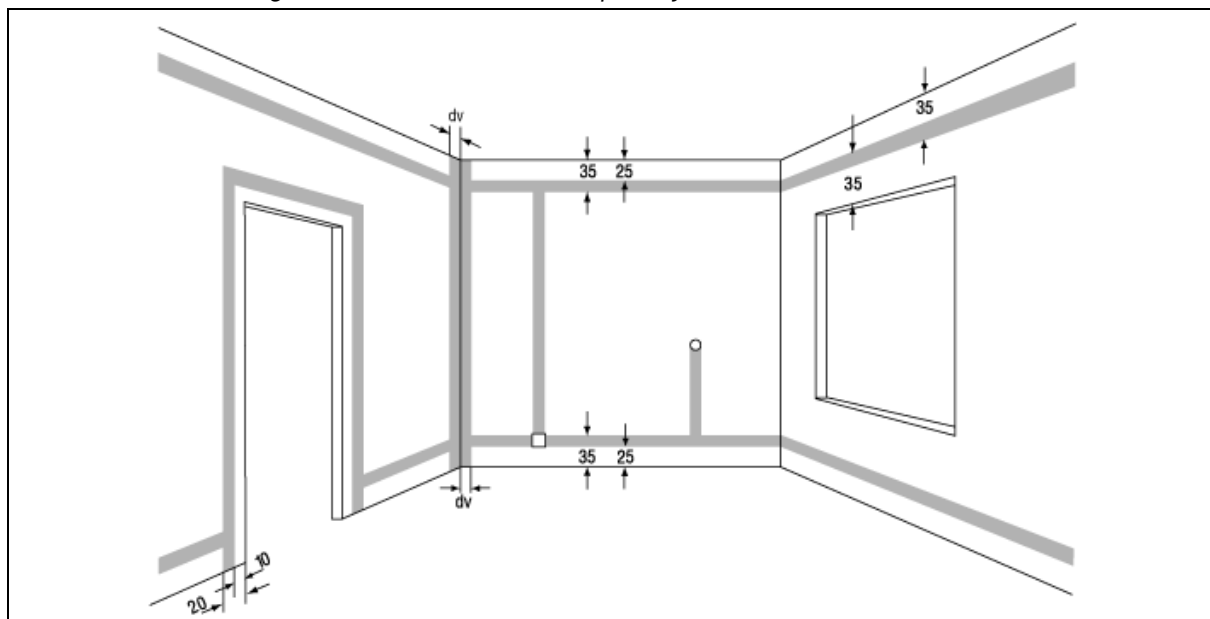
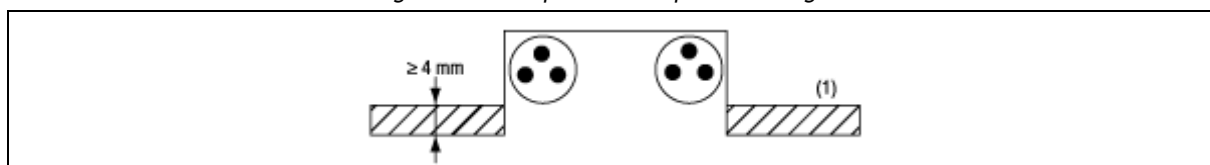


Figure 5.42. Coupe schématique d'une saignée



(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

Les canalisations et panneaux chauffants et leur installation doivent répondre aux règles de l'art.

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.

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:

- 1^{er} alinéa du *point c.*;
- 2^{ème} 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

D'autres modes de pose des conducteurs et des canalisations électriques sont autorisés conformément aux règles de l'art qui s'y rapportent.

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 œuvre 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 œuvre 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.

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)

<i>Code</i>	<i>Compétence des personnes</i>	<i>Caractéristiques du matériel et mise en œuvre</i>
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;
- débrogage 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 4^{ème} 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'Énergie 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/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.

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 0I.

h. Les appareils d'illumination temporaires

En dérogation aux prescriptions du 1^{er} 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 1^{er} alinéa de 5.2.1.1.d.1. et du 1^{er} 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 manoeuvre.

Dans les installations des lieux ordinaires accessibles au public, les tableaux de répartition et de manoeuvre 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 manoeuvre sont en matière incombustible, non hygroscopique et offrent une résistance mécanique suffisante.

Les tableaux de répartition et de manoeuvre 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 manoeuvre 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 manoeuvre 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 manoeuvre sont installés de manière à rendre aisés leur manoeuvre, 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 pas 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 manœuvre 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. Encastrément

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.

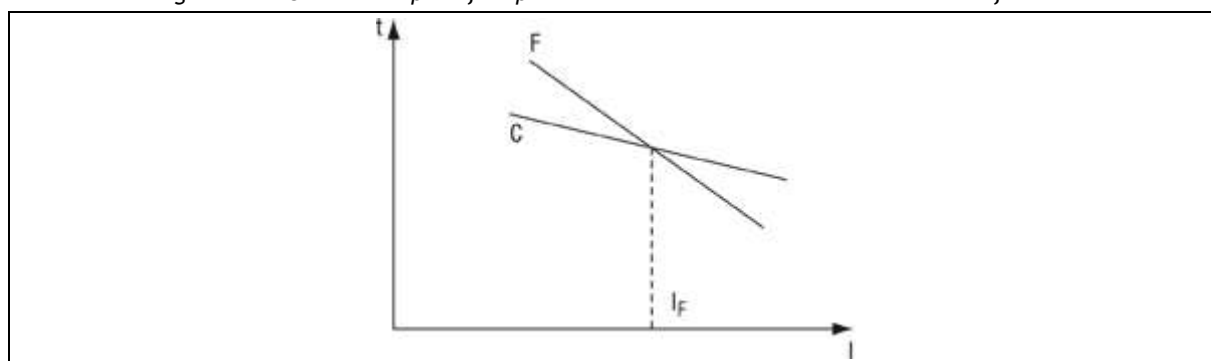
g. Choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits

– 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



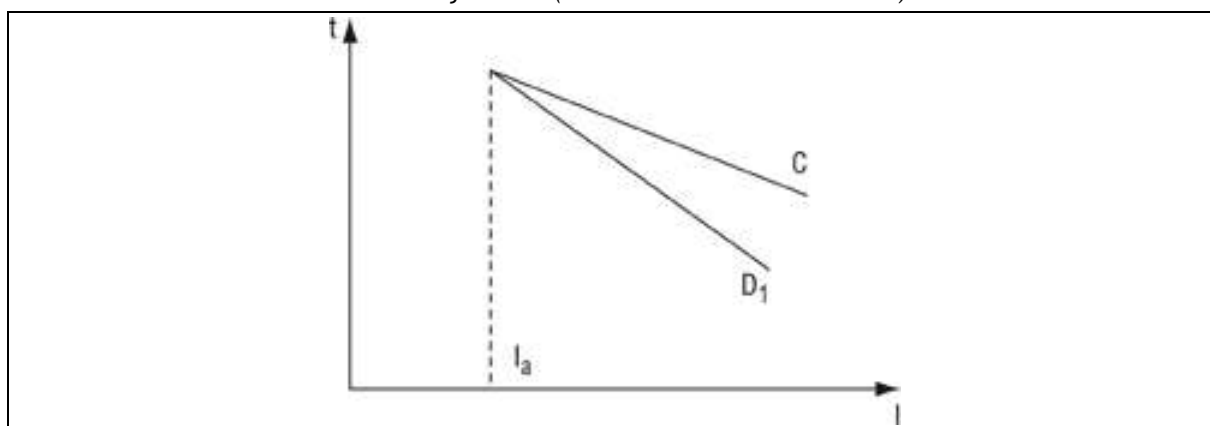
- C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans la canalisation électrique protégée
F: courbe de fusion du fusible (limite supérieure de la zone de fonctionnement)

– 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 .

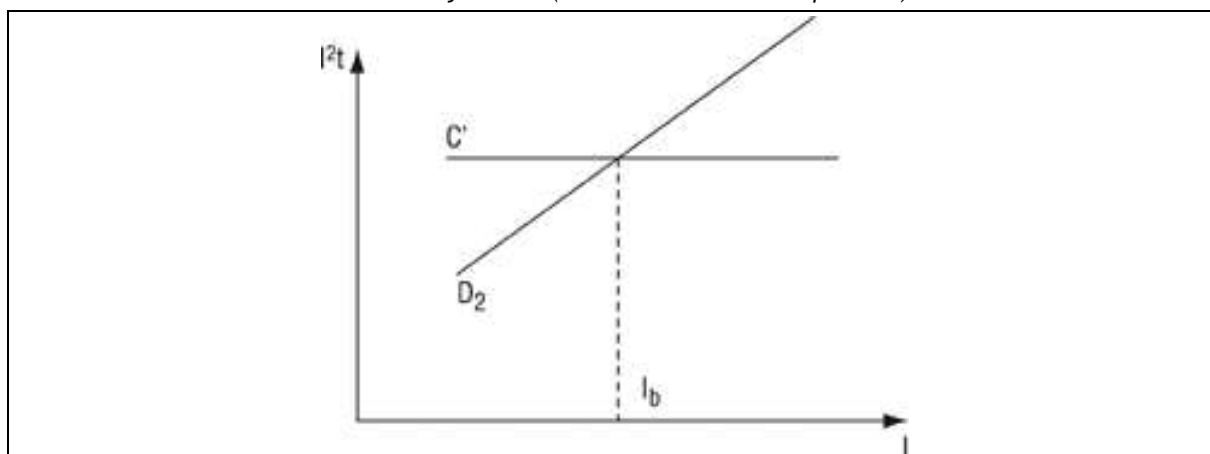
Figure 5.44. Choix du dispositif de protection contre les courts-circuits en cas de disjoncteurs (courant de court-circuit minimal)



$$I_{cc} \geq I_a$$

- C: courbe intensité/temps correspondant à la contrainte thermique admissible dans les conducteurs protégés
 D1: 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
 D2: 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 2^{ème} 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 règles de l'art.

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 mm^2)	Section minimale des conducteurs de protection (S_p en mm^2)
$S \leq 16$	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 protection 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 mm^2 s'il comporte une protection mécanique;
- 4 mm^2 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 constituant 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 · √s/mm²]
Cuivre	234,5	226
Aluminium	228	148
Acier	202	78
Alliage d'aluminium	258	149

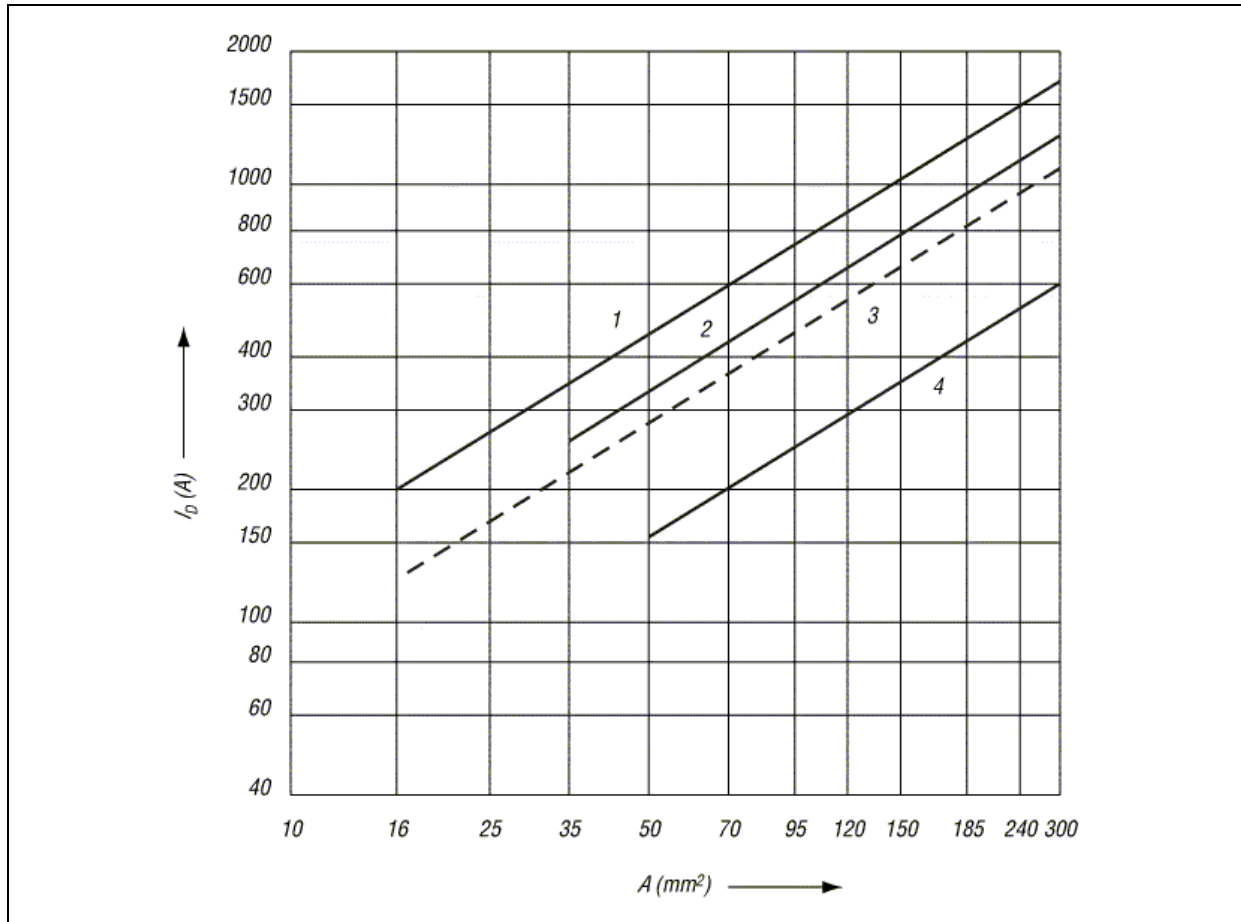
Tableau 5.12. Températures maximales admissibles en fonction du matériau

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
Éthylène - 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.*

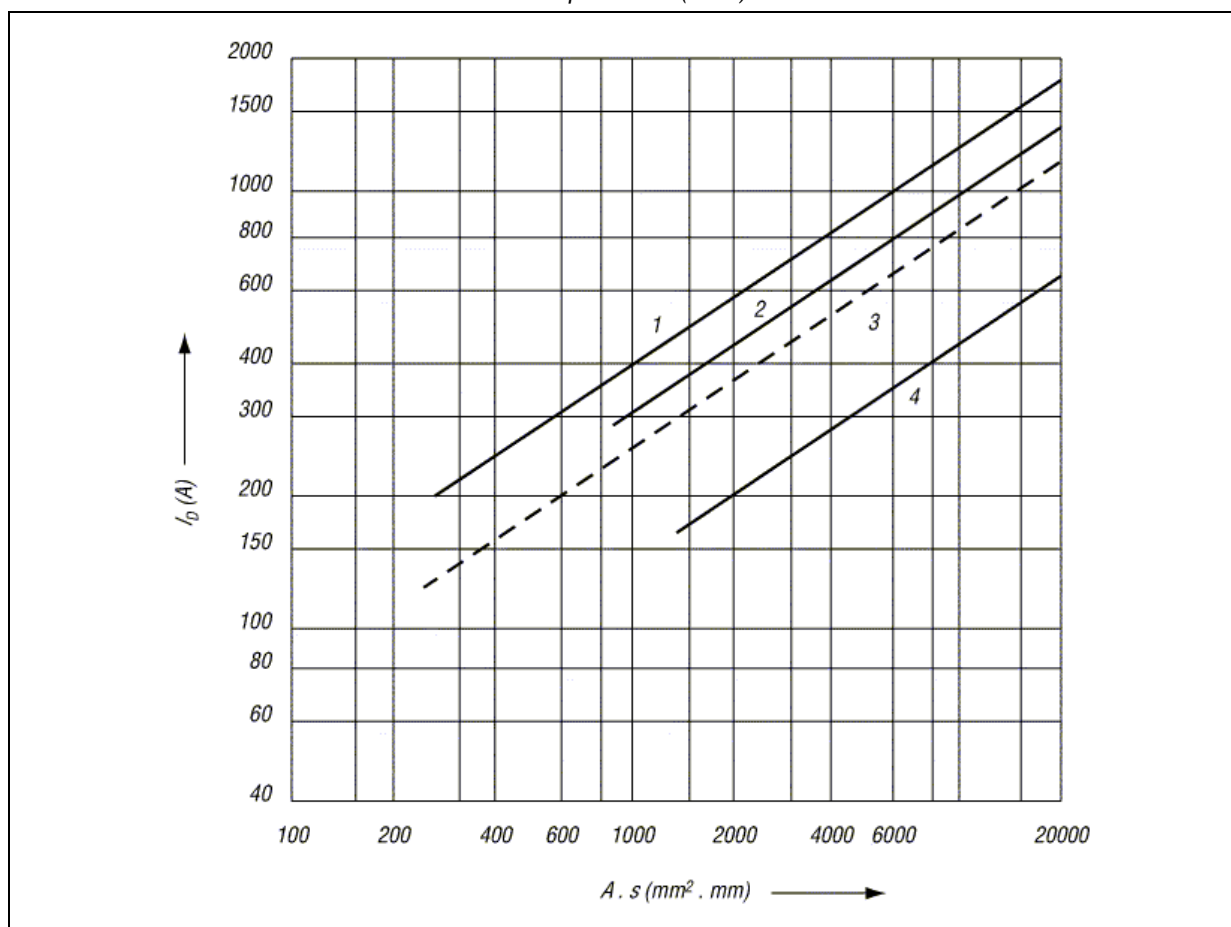
Les valeurs des *figures 5.46.* et *5.47* et du *tableau 5.13.* ne sont pas valables pour des conducteurs sous contrainte mécanique; pour ces derniers, il convient de définir les valeurs par calcul.

Figure 5.46. Courant I_D pour les conducteurs de terre de section circulaire en fonction de leur section (A en mm^2)



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 ($A \times s$)

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 m² 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 cm² 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'interconnexion des installations de mise à la terre locales et/ou des tronçons de câbles avec effet de terre doit répondre à la formule suivante:

$$L \leq 500 \frac{S_m}{16 \text{ mm}^2} \text{ (m)}$$

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 $2,5 \text{ mm}^2$ 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.

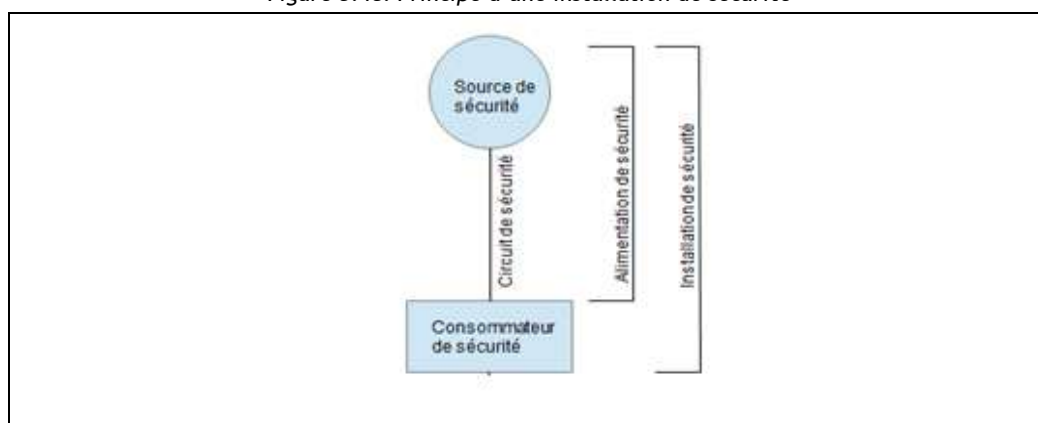
Chapitre 5.6. Installations de sécurité (En basse tension et très basse tension)

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 oeuvre;
- 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 œuvre;
- 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. 7^{ème} alinéa*) et pour les tableaux de sécurité (*sous-section 5.6.6.3. 1^{er} 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 la 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 (à l'exception des 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 constituant 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 1^{er} 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 1^{er} 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 1^{er} 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 1^{er} défaut à la terre**

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1^{er} 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 1^{er} 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 1^{er} défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs de sécurité lors d'un 1^{er} 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 DÉCONNECTER 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.* paraphes 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.

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 1^{er} 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 1^{er} 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 1^{er} 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 1^{er} défaut à la terre

Les mesures de protection sans coupure automatique au 1^{er} défaut à la terre sont:

1. l'utilisation de matériel classe II ou de sécurité équivalent 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 1^{er} 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 1^{er} défaut à la terre) qui permettent de garantir le maintien de la fonction des consommateurs critiques lors d'un 1^{er} 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 manœuvre, 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 publics	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 ou son équivalent selon le droit de l'état membre d'établissement dans l'Espace économique européen;
- 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.*, 2^e 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 1^{er} 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 publics

- 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, des modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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 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 6.4.5.3. 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 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 modalités relatives à la forme et au contenu du rapport.

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 fixer des modalités relatives à l'exécution d'une visite de contrôle de tout ou partie desdites lignes 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, les modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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, des modalités relatives à l'exécution 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 1Ω , 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 $R_E + 1 \Omega$; 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 1Ω , 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 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 modalités relatives à la forme et au contenu du rapport.

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. Éléments 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	205
Sous-section 7.1.6.5. Voisinage avec d'autres canalisations	209
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	216
Sous-section 7.1.7.1. Généralités	216
Sous-section 7.1.7.2. Contrôle de conformité avant mise en usage	216
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 1^{ère} 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 2^{ème} 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 1^{ère} catégorie dont la tension nominale entre phases est au plus égale à 50 kV en courant alternatif;
- les lignes à haute tension de 2^{ème} 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 1^{ère} 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 1^{ère} 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 2^{ème} 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

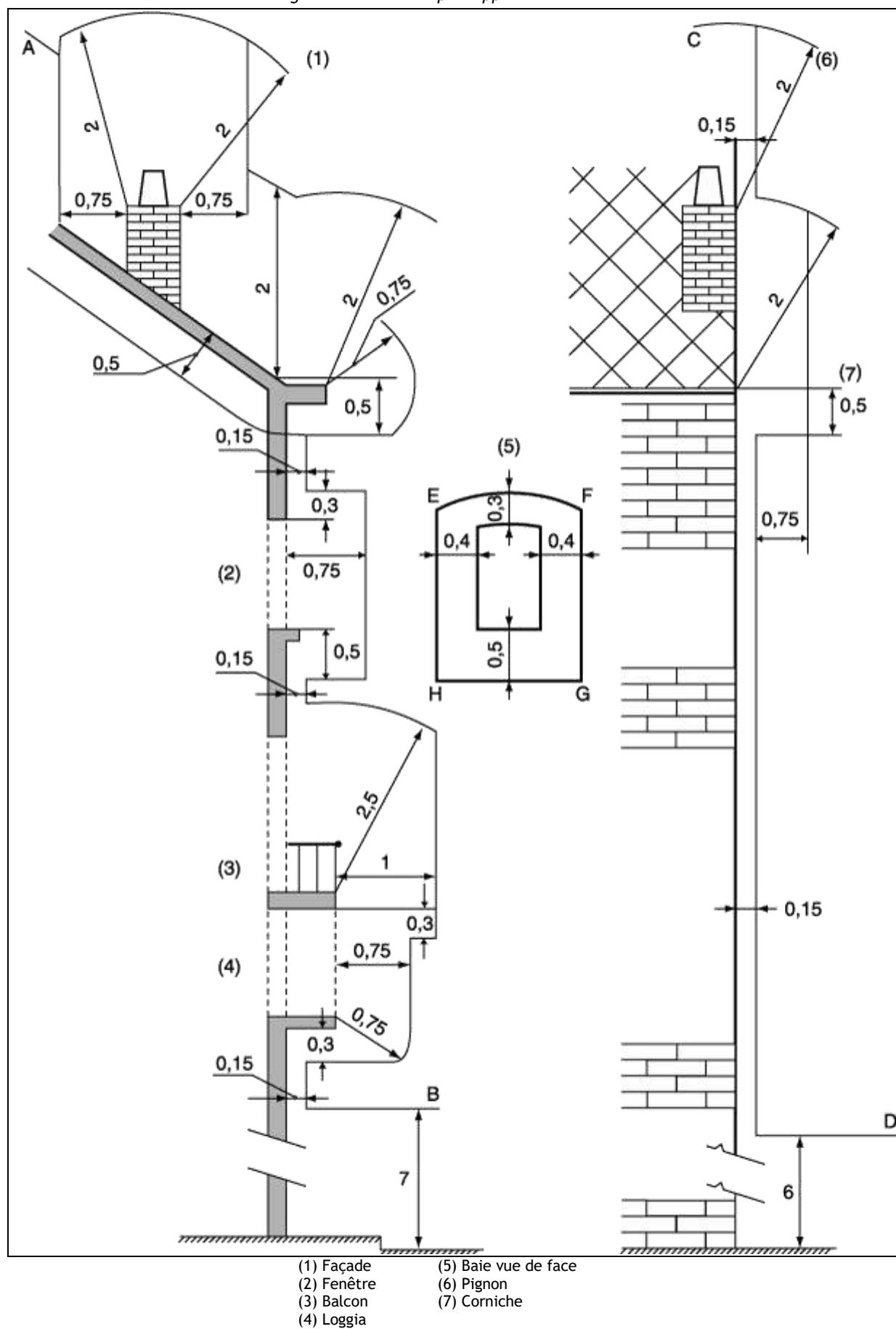
En ce qui concerne l'hypothèse mentionnée au 1^{er} tiret du *point a.* pour les mesures dans un plan vertical, il faut tenir compte de la température maximale d'exploitation du conducteur pour les lignes à haute tension de 2^{ème} catégorie.

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 1^{er} 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



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 1^{ère} 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 sous-section 7.1.3.3..

Pour les lignes à basse tension de 2^{ème} 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 1^{ère} 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 2^{ème} catégorie :

les distances reprises ci-avant pour la basse tension de 1^{ère} catégorie sont majorées de 1 m ;

- pour les conducteurs en basse tension de 1^{ère} 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 2^{ème} 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

		1 ^{ère} catégorie	2 ^{ème} 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 2^{ème} 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 2^{ème} 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 1^{ère} catégorie.
En haute tension de 1^{ère} 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.

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. Éléments 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	
1 ^{ère} catégorie	2 ^{ème} catégorie	1 ^{ère} catégorie	2 ^{ème} 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 2^{ème} 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	≤ 380mm ²
14.000 Newton	> 380 mm ² et ≤ 580mm ²
15.000 Newton	> 580 mm ² et ≤ 825mm ²
18.000 Newton	> 825mm ²

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 2^{ème} 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 2^{ème} 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 1^{ère} catégorie;
- pour sa force maximale normale, sa force réduite et sa force maximale exceptionnelle dans les installations électriques en haute tension de 2^{ème} 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 m² 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 :

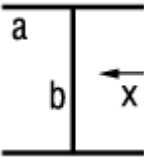
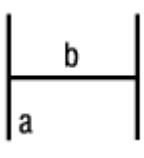
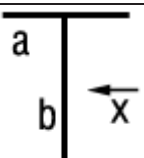
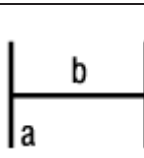
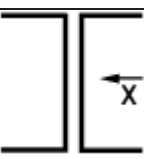
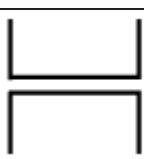
- conducteurs actifs, de garde et de terre :
la valeur du coefficient aérodynamique est 1,45 pour les conducteurs actifs, de garde et de terre.
- câbles clos en Z :
On entend par câbles clos en Z : conducteurs dont au moins la dernière couche de fils est formée de brins profilés en forme de Z qui sont 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 q _{max. n}	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Coefficient aérodynamique pour pression dynamique q _{max. 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 7/10^{èmes} de la valeur donnée par la formule au 3^{ème} 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)

Qualité de l'acier	Contraintes admissibles	
	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 2^{ème} 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 l'acier	Degré d'élancement	Facteur de réduction de la section
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.

$i\gamma$ = 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 2^{ème} 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 2^{ème} 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 1^{ère} 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:

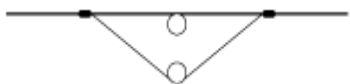
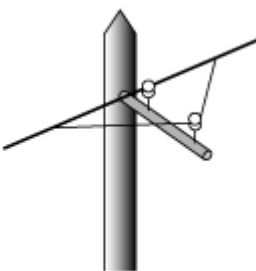
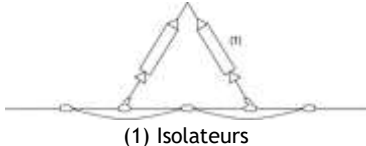
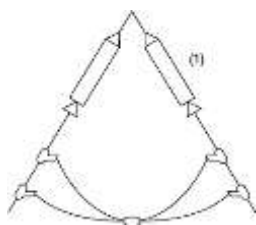
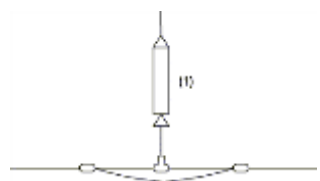
- à la vibration du conducteur;
- à la formation d'un arc persistant sur le conducteur, arc qui pourrait provoquer sa fusion.



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	<p><i>Figure 7.2. Isolateurs du type rigide – Vue du dessus</i></p>  <p><i>Figure 7.3. Isolateurs du type rigide – Perspective</i></p> 	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
b. à isolateurs du type suspendu à double chaîne d'isolateurs	<p><i>Figure 7.4. Type semi-ancrage – Vue en élévation</i></p>  <p>(1) Isolateurs</p> <p><i>Figure 7.5. Type ancrage – Vue en élévation</i></p>  <p>(1) Isolateurs</p>	<p>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.</p> <p>Cette bretelle peut être reliée au conducteur par une ou plusieurs attaches supplémentaires, situées entre les points de fixation aux chaînes d'isolateurs.</p>
c. à isolateurs du type suspendu à chaîne unique d'isolateurs	<p><i>Figure 7.6. Chaîne unique d'isolateur – Vue en élévation</i></p>  <p>(1) Isolateurs</p>	<p>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.</p>

d. consoles de pylône isolantes	<p>Figure 7.7. Console à bras isolant avec un isolateur à compression - Perspective</p>  <p>Figure 7.8. Console à bras isolant avec deux isolateurs à compression - Perspective</p> 	<p>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:</p> <p>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;</p> <p>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.</p>
e. pour supports d'arrêt et supports d'extrémité		<p>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.</p>

Le tableau 7.12. donne des conditions d'utilisation pour certains de ces dispositifs de sécurité.

Tableau 7.12. Conditions d'utilistaion

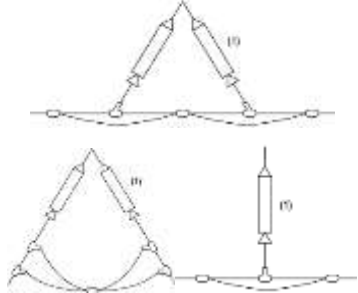
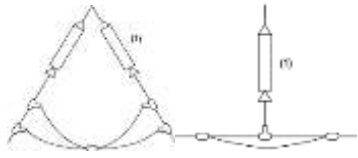
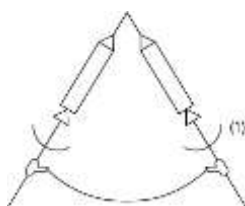
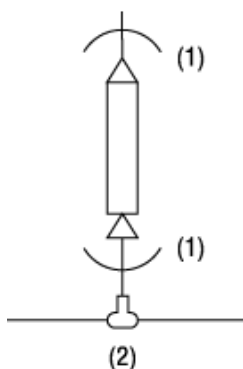
Illustration	Conditions
	<p>Pour les dispositifs de sécurité du type suspendu (figures 7.4., 7.5. et 7.6.) les conditions suivantes sont respectées:</p> <ol style="list-style-type: none"> les chaînes d'isolateurs ont subi individuellement les épreuves réalisées conformément aux règles de l'art en la matière; la distance entre la pièce terminale de chaque chaîne d'isolateurs et l'attache extérieure de la bretelle est au moins égale à: <ul style="list-style-type: none"> 0,4 m pour les lignes aériennes à haute tension de la 1^{ère} 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 2^{ème} catégorie. <p>U_N étant égal à la tension nominale entre phase en kV.</p>
	<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> La ligne est équipée d'au moins un dispositif de protection assurant l'extinction rapide de l'arc en cas de défaut. Les conducteurs ont une section égale ou supérieure à:

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

- pour la haute tension de 1^{ère} 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 2^{ème} 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.

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.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

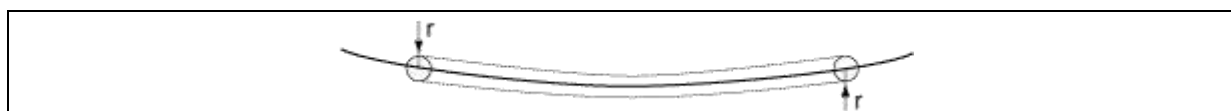
b.1. Zone interdite d'un «câble protégé»

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 1 ^{ère} catégorie du type «câble protégé»
Ligne privée de télécommunication		0,50
Ligne du type «conducteurs nus ou assimilés»	basse tension de 1 ^{ère} catégorie	0,30
	basse tension de 2 ^{ème} catégorie	0,40
	haute tension de 1 ^{ère} catégorie	0,50
	haute tension de 2 ^{ème} catégorie	$0,50 + U_N \cdot 0,01$

U_N est la tension nominale entre conducteurs de la ligne à haute tension de 2^{ème} catégorie.

Les valeurs du rayon r pour les lignes du type «câble protégé» à haute tension de 2^{ème} catégorie sont fixées par arrêté du Ministre ayant l'Énergie dans ses attributions.

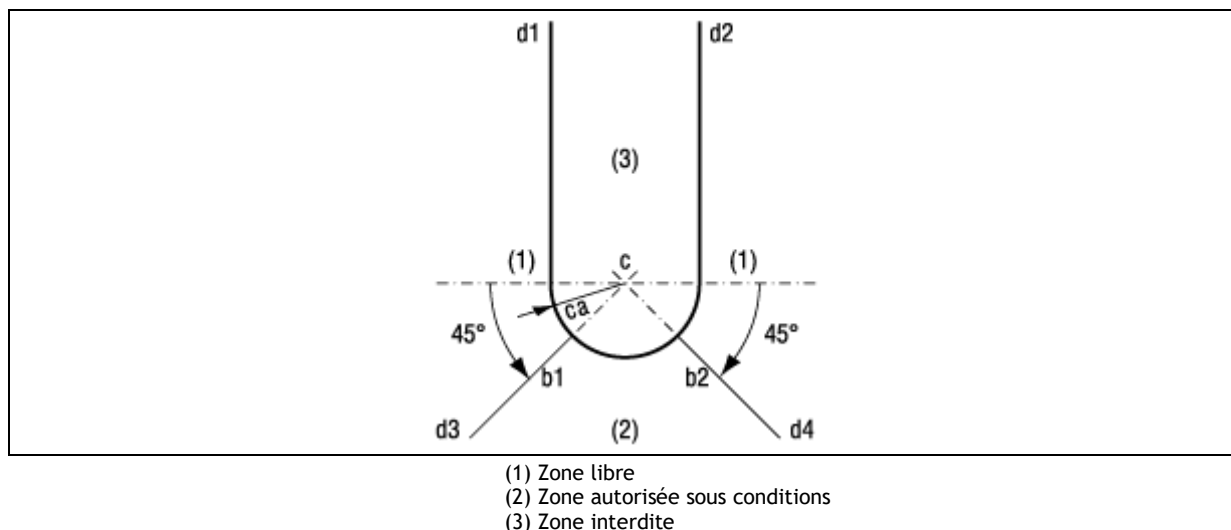
c. Superposition, établissement sur supports communs, voisinage ou croisement entre une ligne à haute tension du type «conducteurs nus ou assimilés» et d'autres conducteurs

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»



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 2^{ème} catégorie, aucun conducteur d'une ligne aérienne à haute tension de 1^{ère} 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 1^{ère} 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 1^{er} 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 2^{ème} 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.
- 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 2^{ème} 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 2^{ème} 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
			1 ^{ère} catégorie	2 ^{ème} catégorie	
a	antenne		2	2	$2,5 + U_N \cdot 0,01$
	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 1^{er} janvier 1983, la distance a définissant le gabarit de sécurité pour les lignes à basse tension de 2^{ème} catégorie et pour les lignes à haute tension de 1^{ère} 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 1^{ère} 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 1^{ère} catégorie

b.1. Passage supérieur

Lorsqu'une ligne d'énergie électrique à «conducteurs nus ou assimilés» à basse tension de 1^{ère} 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 1^{ère} 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 1^{ère} 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 2^{ème} catégorie

d.1. Passage supérieur

La ligne d'énergie électrique à «conducteurs nus ou assimilés» à basse tension de la 2^{ème} 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 mm².
- 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.

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 *point 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 fixer des modalités relatives à l'exécution d'une visite de contrôle de tout ou partie desdites lignes 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 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 des modalités relatives à l'exécution, à la forme et au contenu d'une visite de contrôle par thermographie.

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 gefallen, 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 manœuvre 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 manœuvre 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 manœuvre prévus ci-dessus satisfont aux prescriptions del *sous-section 5.3.6.1.*

Les tableaux de répartition et de manœuvre prévus peuvent être groupés ou distincts.

Les tableaux de répartition et de manœuvre 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
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 la date d'entrée en vigueur du présent Livre 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.

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 la date d'entrée en vigueur du présent Livre.

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	250
Section 9.4.4. Emplacement et dimensions des panneaux de signalisation	250
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 déficiences 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. 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 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. paraphé 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. 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. paraphé 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 2^{ème} catégorie, il est interdit de manœuvrer les coupe-circuit à fusibles sous courant.

La manœuvre des sectionneurs à basse tension de 2^{ème} 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 la manœuvre.

Les manœuvres exécutées par action directe sur des parties actives, des sectionneurs et coupe-circuit à fusibles à basse tension de 2^{ème} 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 2^{ème} 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 équipotentielle 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 débiter 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 débiter 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 > DL: 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 1^{er} 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 raffermisssement 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 aux 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 _____ établissant 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 pour le transport et la distribution de l'énergie électrique.

Par le Roi :
La Ministre de l'Énergie,

M. C. MARGHEM
Le Ministre de l'Emploi,

W. BEKE

