

Installations d'éclairage extérieur
Règles

E : External lighting installations - Requirements

D : Aussenbeleuchtungsanlagen – Anforderungen

Norme française homologuée

Par décision du Directeur Général d'afnor le 20 février 2007 pour prendre effet à compter du 20 mars 2007.

Remplace la norme homologuée NF C 17-200, de mai 1997.

Correspondance Le présent document n'a pas d'équivalent à la CEI ou au CENELEC.**Analyse** Le présent document contient les règles de sécurité spécifiques aux installations d'éclairage extérieur en application des normes générales concernant les installations électriques, en particulier les normes NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 14-100 et NF C 15-100.**Descripteurs** Eclairage, éclairage des voies publiques, installation électrique, matériel d'éclairage, définition, choix, mise en œuvre, règle de sécurité, degré de protection, protection contre chocs électriques, protection contre les contacts électriques, mise à la terre électrique, protection contre les surintensités, sectionneur, protection contre la chaleur, canalisation électrique, repérage par couleurs, matériel électronique, protection contre la foudre, ligne électrique aérienne, haute tension, spécification particulière.**Modifications** Par rapport au document remplacé, le présent document constitue une révision complète.**Corrections** Rectificatifs de novembre 2007 et de septembre 2009.

AVANT-PROPOS

Les dispositions du présent document sont applicables aux ouvrages dont la date de dépôt de demande de permis de construire ou à défaut la date de déclaration préalable de construction ou à défaut la date de signature du marché, ou encore à défaut la date d'accusé de réception de commande est postérieure au 20 septembre 2007.

Il en résulte qu'en pratique les dispositions de la norme NF C 17-200 homologuée le 05 avril 1997 et ses fiches d'interprétation demeurent applicables aux installations dont les dates sont antérieures à celles données ci-dessus.

1 *Le présent document concerne les installations électriques destinées à assurer l'éclairage des voies publiques, les signalisations lumineuses et les diverses autres installations sur le domaine public.*

Il ne traite pas des prescriptions à respecter en matière d'éclairage qui font l'objet des normes et documents de la série NF EN 13201 (X 90-006).

2 *Les installations d'éclairage extérieur, et d'une manière générale celles situées dans les espaces extérieurs, se caractérisent par des puissances électriques relativement faibles réparties sur des grandes longueurs.*

Elles sont généralement alimentées en basse tension. Lorsque ces installations sont plus importantes en puissance distribuée sur de très longue distance, on a recours aux installations alimentées en haute tension.

3 *La présente édition de la norme NF C 17-200 comprend :*

- *d'une part, les prescriptions de la norme proprement dite imprimées en caractères romains droits noirs.*
- *d'autre part, des commentaires qui contiennent des recommandations facilitant l'application des prescriptions, basées sur l'expérience et l'usage courant. Ces commentaires permettent d'explicitier les textes correspondants et de fournir les justifications des règles correspondantes. Ces commentaires sont imprimés en caractères italiques bleus immédiatement sous le texte normatif de référence.*

4 *Les présentes règles complètent celles des normes NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 14-100 et NF C 15-100.*

Ce document annule et remplace la norme NF C 17-200 de mai 1997 et ses fiches d'interprétations. Ce document inclut les rectificatifs de novembre 2007 et de septembre 2009.

Le présent document a été approuvé le 05 décembre 2006 par la commission UEP, Eclairage public.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	2
1 Domaine d'application et objet.....	5
1.1 Domaine d'application.....	5
1.2 Objet.....	5
2 Références normatives et réglementaires.....	6
3 Définitions.....	7
4 Choix des matériels.....	10
4.1 Influences externes.....	10
4.2 Degrés de protection des matériels électriques et des candélabres.....	11
5 Protection contre les chocs électriques.....	12
5.1 Règle générale.....	12
5.2 Protection par coupure automatique de l'alimentation.....	12
5.3 Dispositifs de déconnexion automatique (DDA).....	21
5.4 Mesure de protection par isolation double ou renforcée.....	21
5.5 Protection complémentaire.....	22
5.6 Mesure de protection par très basse tension de sécurité (TBTS).....	22
6 Protection contre les risques de brûlures.....	23
7 Protection contre les surintensités.....	23
8 Sectionnement.....	24
9 Coupure d'urgence.....	24
10 Choix et mise en œuvre des canalisations.....	24
10.1 Généralités.....	24
10.2 Canalisations dans les candélabres.....	25
10.3 Section minimale.....	26
10.4 Accessibilité aux matériels.....	26
10.5 Chutes de tension.....	27
11 Mise en œuvre des matériels électroniques.....	27
11.1 Généralités.....	27
11.2 Ballasts électroniques.....	28
11.3 Variateurs.....	28
12 Identification et repérage.....	28
13 Protection contre la foudre.....	29
14 Règles particulières aux installations aériennes d'éclairage extérieur.....	30
14.1 Type de distribution.....	30
14.2 Protection contre les contacts indirects.....	32
14.3 Protection contre les surintensités.....	33
14.4 Sectionnement.....	34
14.5 Choix et mise en œuvre des canalisations.....	34

15	Règles particulières pour les installations de distribution HT-EP	36
15.1	Généralités	36
15.2	Définitions	37
15.3	Choix des matériels	38
15.4	Protection contre les chocs électriques.....	38
15.5	Protection contre les effets thermiques.....	41
15.6	Protection contre les surintensités.....	41
15.7	Protection contre les surtensions et les baisses de tension	41
15.8	Sectionnement et commande	42
15.9	Canalisations à haute tension	42
15.10	Chutes de tension.....	43
15.11	Appareillages à haute tension	43
15.12	Transformateurs HT-EP/BT et boîtes de coupure HT-EP.....	44
15.13	Exploitation, maintenance	45
16	Installations de signalisation routière (carrefours à feux)	47
17	Proximité des lignes de traction électrique	47
18	Vérifications et entretien des installations	47

1 Domaine d'application et objet

1.1 Domaine d'application

1.1.1 Les présentes règles s'appliquent aux installations d'éclairage public, aux installations similaires sur des surfaces accessibles au public et aux autres installations électriques d'éclairage situées dans le domaine public.

Sont visés notamment :

- les installations d'éclairage extérieur des voies, parcs et jardins ;
- l'éclairage des mobiliers urbains ;
- le balisage lumineux ; les installations de signalisation routière (carrefours à feux) ;
- l'éclairage des édicules de la voie publique ;
- les installations d'illumination.

Les présentes règles s'appliquent également à l'éclairage des parcs, jardins, stades, voies privées, parcs de stationnement en plein air, accessibles au public.

Elles complètent celles des normes NF C 13-100, NF C 13-200, NF C 14-100, NF C 15-100 et NF C 15-150-1.

Les installations de lampes à décharge à cathode froide alimentées à partir d'une installation à basse tension satisfont aux règles des normes NF C 15-150-1 et NF EN 50107-1 (C 15-150-2).

Les installations d'illumination par guirlandes et motifs lumineux font l'objet du guide UTE C 17-202.

Les installations d'éclairage des bassins et fontaines sont soumises aux règles de la partie 7-702 de la norme NF C 15-100.

Les installations de signalisation lumineuse tricolore (carrefours à feux) font l'objet de la série des normes NF P 99-XXX et de la norme NF C 70-238.

1.1.2 Les présentes règles sont applicables aux installations nouvelles et à la rénovation complète d'installations existantes.

Elles s'appliquent aux installations existantes lorsque des extensions ou des modifications impliquent :

- le changement des dispositifs de protection contre les surintensités à l'origine du ou des circuit(s) concerné(s) ;
- l'ajout d'un circuit de distribution ;
- le changement du schéma des liaisons à la terre.

Lors de remplacement ou de rénovation des installations, on doit appliquer les présentes règles pour les parties remplacées ou rénovées.

1.2 Objet

Les présentes règles ont pour objet de définir les conditions dans lesquelles les installations concernées doivent être établies et maintenues pour assurer la sécurité des personnes, des animaux domestiques, la conservation des biens et, lorsqu'elles sont alimentées par un réseau de distribution publique, pour éviter toute cause de troubles dans le fonctionnement général de ce réseau.

2 Références normatives et réglementaires

NF EN 50107-1 (C 15-150-2)	Installation d'enseignes et de tubes luminescents à décharge fonctionnant à une tension de sortie à vide assignée supérieure à 1 kV mais ne dépassant pas 10 kV – Partie 1 : Prescriptions générales
NF EN 60076-5 (C 52-176-5)	Transformateurs de puissance – Partie 5 : Tenue au court-circuit
NF EN 60269-2 (C 63-210)	Fusibles basse tension – Deuxième partie : Règles supplémentaires pour les fusibles destinés à être utilisés par des personnes habilitées (fusibles pour usages essentiellement industriels)
NF EN 60529 (C 20-010)	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
NF EN 60598-2-3 (C 71-003)	Luminaires – Partie 2-3 : Règles particulières – Luminaires d'éclairage public
NF EN 60598-2-5 (C 71-005)	Luminaires – Partie 2-5 : Règles particulières – Projecteurs
NF EN 60598-2-13 (C 71-013)	Luminaires – Partie 2-13 : Règles particulières – Luminaires encastrés dans le sol
NF EN 62262 (C 20-015)	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)
NF EN 62271-200 (C 64-400)	Appareillage à haute tension – Partie 200 : Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
NF C 11-201	Réseaux de distribution publique d'énergie électrique
NF C 13-100	Postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV)
NF C 13-200	Installations électriques à haute tension – Règles
NF C 14-100	Installations de branchement à basse tension
NF C 15-100	Installations électriques à basse tension
NF C 15-150-1	Enseignes à basse tension et alimentation en basse tension des enseignes à haute tension (dites à tube néon)
NF C 33-209	Câbles isolés ou protégés pour réseaux d'énergie – Câbles isolés assemblés en faisceau pour réseaux aériens, de tension assignée 0,6/1 kV. (HD 626)
NF C 33-220	Câbles isolés ou protégés pour réseaux d'énergie – Câbles isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1,8/3(3,6) kV à 18/30(36) kV
NF C 33-221	Câbles isolés ou protégés pour réseaux d'énergie – Câbles concentriques d'éclairage public de tension assignée 3,5/6 (7,2) kV
NF C 52-410	Transformateurs HT/BT pour éclairage public
NF C 70-238	Systèmes de signaux de circulation routière

P 99-060	(Norme expérimentale) – Régulation du trafic routier – Carrefours à feux – Conditions de mise en œuvre des équipements
UTE C 15-520	Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Canalisations – Modes de pose – Connexions
UTE C 17-100	Protection contre la foudre – Protection des structures contre la foudre – Installations de paratonnerres
UTE C 17-202	Installations d'éclairage public – Guide pratique – Installations d'illumination par guirlandes et motifs lumineux dans le domaine public
UTE C 17-205	Eclairage public – Guide pratique – Installations d'éclairage public – Détermination des sections des conducteurs et choix des dispositifs de protection
UTE C 17-210	Installations d'éclairage public – Guide pratique – Dispositifs de déconnexion automatique pour l'éclairage public
Arrêté technique du 17 mai 2001	Fixant les conditions Techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique

3 Définitions

3.1 éclairage

3.1.1 éclairage extérieur

installations extérieures sur le domaine public géré par les collectivités et sur le domaine privé fréquenté par le public (par exemple parkings, aires d'autoroute, centres sportifs, aires de jeux, etc.).

Les fonctions essentielles sont les suivantes :

- *sécurité des déplacements des véhicules et des piétons ;*
- *sécurité des biens ;*
- *éclairage des différentes activités nocturnes.*

3.1.2 éclairage extérieur privé

installations extérieures accessibles au public et appartenant au domaine privé (par exemple parkings extérieurs de centres commerciaux, éclairage extérieur de certains lotissements, etc.).

3.2 mobilier urbain

mobilier disposé sur le domaine public comportant un équipement électrique pour l'éclairage ou un autre équipement fonctionnel raccordé au réseau d'éclairage.

Les mobiliers urbains ordinairement utilisés sont :

- *les cabines téléphoniques ;*
- *les abris de la voie publique (bus, taxis, tramways, etc. ;*
- *les panneaux publicitaires ;*
- *les panneaux de signalisation particulière (écoles, police, etc. ;*
- *les équipements divers en service de jour ou de nuit, tels que : les horodateurs, les mobiliers de contrôle d'accès.*

3.3

balisage lumineux

équipements lumineux dont la fonction est le guidage visuel sous l'aspect des risques de la circulation (ronds-points, émergences sur la voie publique, changements de direction, etc.), par exemple :

- les bornes de jalonnement ;
- les musoirs lumineux ;
- les feux de balisage et d'alerte.

3.4

édicules de la voie publique

constructions fixes telles que les toilettes publiques ou les kiosques.

3.5

signalisation lumineuse

au sens du présent document, tout mobilier de signalisation lumineuse autre que les équipements de carrefours à feux (par exemple : panneaux à message variable, bornes lumineuses, etc.).

3.6

illuminations

3.6.1

illuminations permanentes

mise en valeur par l'éclairage réalisée par des équipements fixes.

3.6.2

illuminations temporaires

installations à caractère festif dont le but est de créer des effets lumineux attractifs ou d'animation pendant certaines périodes de l'année (fêtes locales, semaines commerciales, fêtes de fin d'année).

Les moyens traditionnellement utilisés à cet effet sont :

- *les guirlandes et les motifs lumineux ;*

Se reporter au guide UTE C 17-202.

- *les projecteurs ou autres sources d'éclairage disposées sur les arbres ou les candélabres.*

3.7

matériels

3.7.1

source lumineuse

lampe émettrice de lumière.

3.7.2

foyer lumineux

ensemble constitué d'un système optique et d'une ou plusieurs lampes.

3.7.3

point lumineux

point d'implantation géographique d'un ou de plusieurs foyers lumineux rattachés à un même support.

3.7.4

candélabre

support destiné à porter un ou plusieurs luminaires et constitué d'une ou de plusieurs parties : un fût ou un mât, éventuellement une rehausse et, le cas échéant, une crosse. Les supports pour la suspension par caténaire des luminaires sont exclus de la présente définition.

3.7.5

luminaire

appareil d'éclairage qui répartit, filtre ou transforme la lumière émise par une ou plusieurs lampes et qui comporte non les lampes elles-mêmes, mais tous les dispositifs nécessaires pour le support, la fixation et la protection des lampes et, si nécessaire, les circuits auxiliaires et les moyens de branchement de ceux-ci au réseau d'alimentation.

3.7.6

coffret de candélabre

coffret mis en œuvre en pied de candélabre destiné à recevoir les dispositifs de raccordement, de protection et d'alimentation du ou des luminaire(s).

3.7.7

variateurs

les variateurs sont des dispositifs permettant de faire varier les caractéristiques d'alimentation des luminaires.

3.8

classification des matériels en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques

Il appartient au constructeur de déclarer la classe de son matériel.

3.8.1

matériel de la classe I

matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale, mais qui comporte une mesure de sécurité supplémentaire sous la forme de moyens de raccordement des parties conductrices accessibles à un conducteur de protection mis à la terre, faisant partie du câblage fixe de l'installation, d'une manière telle que des parties conductrices accessibles ne puissent devenir dangereuses en cas de défaut de l'isolation principale.

NOTE Pour un matériel destiné à être utilisé avec un câble souple, ces moyens comprennent un conducteur de protection faisant partie du câble souple.

3.8.2

matériel de la classe II



matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques ne repose pas uniquement sur l'isolation principale mais qui comporte des mesures supplémentaires de sécurité, telles que la double isolation ou l'isolation renforcée. Ces mesures ne comportent pas de moyen de mise à la terre de protection et ne dépendent pas des conditions d'installation.

NOTE 1 Un matériel de la classe II peut être muni de moyens pour assurer la continuité des circuits de protection, à condition que ces moyens fassent partie intégrante du matériel et soient isolés des surfaces accessibles conformément aux exigences de la classe II.

NOTE 2 Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire la distinction entre les matériels de la classe II « totalement isolés », et « sous enveloppe métallique ».

NOTE 3 Un matériel de la classe II sous enveloppe métallique ne peut être muni d'un dispositif pour la connexion à l'enveloppe d'un conducteur d'égalisation du potentiel que si cette nécessité est reconnue dans la norme correspondante.

NOTE 4 Un matériel de la classe II ne peut être muni d'un dispositif de mise à la terre à des fins fonctionnelles (distinct de celui de la mise à la terre à des fins de protection) que si cette nécessité est reconnue dans la norme correspondante.

Le principe de la classe II est qu'elle assure par elle-même sa propre sécurité et qu'elle ne nécessite aucune autre disposition pour assurer la protection contre les contacts indirects. Ceci signifie que le matériel est conçu de telle manière que tout défaut entre les parties actives et les parties accessibles soit rendu improbable. Autrement dit, un matériel de classe II doit posséder des propriétés telles qu'il ne soit pas susceptible, dans les conditions d'utilisation prévues, d'être le siège d'un défaut risquant de propager un potentiel dangereux vers sa surface extérieure.

Il existe deux types de matériels de la classe II, mais qui sont équivalents du point de vue de la sécurité et par conséquent des conditions de protection contre les contacts indirects :

- *les matériels à double isolation ou à isolation renforcée, déjà reconnus dans les normes des appareils électrodomestiques, des outils portatifs, des petits transformateurs, des luminaires ;*
- *les matériels comportant des dispositions constructives assurant une sécurité équivalente, ces dispositions devant être définies et précisées pour chaque matériel par les normes correspondantes. Cette catégorie concerne les appareils électroniques, les câbles, certains appareillages et autres machines.*

3.8.3



matériel de la classe III

matériel dans lequel la protection contre les chocs électriques repose sur l'alimentation sous très basse tension TBTS et dans lequel ne sont pas engendrées des tensions supérieures à la limite supérieure du domaine I.

NOTE 1 Un matériel de la classe III ne doit pas comporter de borne de mise à la terre de protection.

NOTE 2 Un matériel de la classe III sous enveloppe métallique ne peut être muni de dispositifs pour la connexion à l'enveloppe d'un conducteur d'égalisation du potentiel que si cette nécessité est reconnue dans la norme correspondante.

NOTE 3 Un matériel de la classe III ne peut être muni d'un dispositif de mise à la terre à des fins fonctionnelles (distinct de celui de la mise à la terre à des fins de protection) que si cette nécessité est reconnue dans la norme correspondante.

La classe III est caractérisée par le fait qu'aucune tension supérieure à la limite de la TBT ne doit apparaître dans le matériel correspondant. Il en résulte qu'il doit être alimenté exclusivement par une source TBTS et qu'il ne doit comporter aucun dispositif interne susceptible de générer une tension supérieure.

4 Choix des matériels

Tout matériel électrique doit être conforme à la norme européenne (EN) ou document d'harmonisation (HD) approprié ou à la norme nationale issue du HD. En l'absence de EN ou HD, les matériels doivent être conformes aux normes nationales appropriées. Dans tous les autres cas, il convient de faire référence à la norme CEI appropriée ou à la norme nationale appropriée d'un autre pays.

L'utilisation de matériels conformes aux normes éditées par l'Union Technique de l'Électricité permet de satisfaire à cette règle.

4.1 Influences externes

Les degrés de protection IP et IK indiqués ci-après correspondent aux conditions d'influences externes telles que définies en 512.2 de la NF C 15-100 devant être prises en compte pour le choix du matériel.

Les conditions d'influences externes retenues sont :

- température ambiante : AA3 + AA4 (entre -25 °C et $+40\text{ °C}$) ;
- présence d'eau : AD3 (pluie) au-dessus de 2,50 m ;
AD4 (projections d'eau) jusqu'à et y compris 2,50 m au-dessus du sol ;
AD5 (jets d'eau)
AD6 (paquets de mer) jusqu'à et y compris 2,50 m au-dessus du sol ;
AD7 (immersion) ;
- présence de corps solides : AE1 (négligeable) ;
AE2 (petits objets) ;
- corrosion, pollution : AF2 ;
- chocs mécaniques : AG4 (très importants) jusqu'à et y compris 2,50 m au-dessus du sol.

Le choix des matériels doit également tenir compte des conditions qui peuvent résulter de leur exposition au soleil (voir conditions AN de 512.2.11 de la NF C 15-100).

Deux conditions d'influences externes relatives à la foudre sont définies :

- AQ1 : foudre négligeable, $Nk \leq 25$ jours par an ou $Ng \leq 2,5$;
- AQ3 : foudre directe, $Nk > 25$ jours par an ou $Ng > 2,5$.

Le niveau kéraunique Nk est le nombre de jours par an où l'on entend le tonnerre.

La densité de foudroiement Ng est égale au nombre de coups de foudre au sol par an et par km^2 . Il est admis que $Ng = Nk/10$. Une carte des niveaux kérauniques est donnée dans la norme NF C 15-100, 771.534.

4.2 Degrés de protection des matériels électriques et des candélabres

4.2.1 Coffrets et armoires de commande situés à l'extérieur

Ils doivent posséder, par construction, au moins les degrés de protection :

- IP34 pour les matériels installés au-dessus du niveau du sol ;
- IP57 pour les matériels situés au-dessous du niveau du sol.

Le degré de protection fourni par les enveloppes contre les impacts mécaniques doit être au moins de IK 10 (20 joules) conformément à la norme NF EN 62262 (C 20-015).

4.2.2 Candélabres et matériels électriques internes

Un candélabre est un support, non un matériel électrique. Par sa structure, il constitue une enveloppe au sens de la définition du paragraphe 235.3 de la norme NF C 15-100 en exposition normale, c'est-à-dire porte fermée.

Les candélabres doivent posséder un niveau de protection minimal IP3X.

L'appareillage interne doit être au moins IP21, le second chiffre assurant une protection contre les condensations.

Bien qu'aucune valeur ne soit assurée pour le deuxième chiffre de l'indice de protection du candélabre, le portillon de visite contribue à la protection du matériel électrique situé à l'intérieur assurant ainsi une protection globale satisfaisant à la condition AD4.

Cette protection peut également être satisfaite en utilisant un matériel électrique possédant un indice de protection minimal IP34.

Les portes des candélabres doivent être de préférence situées du côté opposé à la voie publique ou au sens de la circulation, avec une hauteur au-dessus du sol d'environ 60 cm avec un minimum de 30 cm.

4.2.3 Luminaires

Les parties électriques des luminaires doivent posséder au moins un degré de protection IP23 au-dessus de 2,50 m et IP34 jusqu'à et y compris 2,50 m.

Pour les luminaires installés dans les tunnels, sur les parapets, encastrés dans le sol, le degré minimal de protection est IP65.

Un matériel avec un degré de protection IP67 ne respecte pas nécessairement un degré de protection IP65.

Les luminaires conformes aux normes NF EN 60598-2-3 (C 71-003) et NF EN 60598-2-5 (C 71-005) répondent à la condition d'influence externe AG4.

5 Protection contre les chocs électriques

La protection contre les chocs électriques des installations de distribution haute tension (HT-EP) est traitée à l'article 15.

5.1 Règle générale

La protection contre les chocs électriques nécessite l'application d'au moins une disposition de protection contre les contacts directs, en fonctionnement normal, et d'au moins une disposition de protection contre les contacts indirects, en cas de défaut.

L'association de ces deux dispositions de protection constitue une mesure de protection. En alternative, la protection contre les chocs électriques est assurée par une disposition de protection renforcée assurant la protection en fonctionnement normal et en cas de défaut.

Les mesures de protection le plus couramment utilisées sont :

- la protection par coupure automatique de l'alimentation associée ou non localement avec la protection par isolation double ou renforcée ;
- la protection par très basse tension de sécurité (TBTS).

5.2 Protection par coupure automatique de l'alimentation

Le schéma des liaisons à la terre utilisé en éclairage extérieur est généralement le schéma TT, parfois le schéma TN et exceptionnellement le schéma IT.

Pour le schéma IT, on applique les règles de l'article 411 de la NF C 15-100.

La protection par coupure automatique de l'alimentation est une mesure de protection dans laquelle :

- la protection contre les contacts directs est assurée soit par l'isolation principale des parties actives, soit par des barrières ou des enveloppes ;
- la protection contre les contacts indirects est assurée par des liaisons de protection associées à la coupure automatique de l'alimentation.

La mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation est destinée à empêcher qu'à la suite d'un défaut d'isolement, une personne puisse se trouver soumise à une tension de contact supérieure à 50 V en courant alternatif (valeur efficace) ou à 120 V en courant continu lisse pendant un temps tel qu'il puisse en résulter des dommages organiques.

Pour respecter cette règle, tout défaut survenant dans un matériel électrique provoque la circulation d'un courant qui doit être interrompu dans un temps compatible avec la sécurité des personnes.

Il en résulte que cette mesure de protection repose sur l'association de deux conditions :

- a) *la réalisation ou l'existence d'un circuit - dénommé « boucle de défaut » - pour permettre la circulation du courant de défaut. La constitution de cette boucle de défaut dépend du schéma des liaisons à la terre (TN ou TT).*

Cette condition implique la mise en œuvre de conducteurs de protection reliant les masses de tous les matériels électriques alimentés par l'installation de façon à constituer une boucle de défaut.

- b) *la coupure du courant de défaut par un dispositif de protection approprié dans un temps dépendant de certains paramètres tels que la tension de contact à laquelle peut être soumise une personne, la probabilité de défauts et de contacts avec les parties en défaut. La détermination du temps de coupure est basée sur la connaissance des effets du courant électrique sur le corps humain et des conditions d'influences externes.*

Cette condition implique la présence d'un dispositif de coupure automatique dont les caractéristiques sont définies suivant le schéma des liaisons à la terre TT ou TN.

5.2.1 Protection contre les contacts directs

Les matériels électriques doivent faire l'objet d'une disposition de protection par isolation des parties actives ou par enveloppes.

Les armoires ou coffrets contenant des parties actives accessibles doivent pouvoir être fermées soit au moyen d'une clef, soit au moyen d'un outil, à moins qu'elles ne soient situées dans un local où seules des personnes averties ou qualifiées peuvent avoir accès.

Lorsque les coffrets ou armoires sont situés à l'extérieur, une protection contre les contacts directs doit être assurée lorsqu'une porte d'accès est ouverte en utilisant du matériel possédant par construction ou par installation, au moins le degré de protection IP2X ou IPXXB.

Pour les luminaires situés à une hauteur inférieure ou égale à 2,50 m au-dessus du sol, l'accès à la source lumineuse lors du remplacement d'une lampe ne doit être possible qu'après déplacement d'un obstacle nécessitant l'emploi d'un outil.

5.2.2 Protection contre les contacts indirects

5.2.2.1 Installation de mise à la terre

Les masses simultanément accessibles doivent être reliées à la même prise de terre.

Afin d'éviter des propagations de tensions dangereuses en cas de défaut de l'éclairage extérieur, les éléments conducteurs simultanément accessibles ne faisant pas partie de l'installation électrique tels que poteaux ou supports de signalisation, regards du réseau d'assainissement, bancs publics, grilles de clôture, glissières de sécurité, etc. ne sont pas à relier à la terre de l'installation.

Les candélabres conducteurs doivent être mis à la terre quelle que soit la classe des matériels qui les équipent ; cette mise à la terre peut être réalisée par l'une des solutions suivantes ou par une combinaison d'entre elles :

- a) soit par une liaison à un conducteur nu en cuivre de 25 mm² de section servant à la fois de prise de terre et de liaison équipotentielle entre les différents candélabres ; dans ce cas, le conducteur ne doit pas être coupé à chaque candélabre ; la liaison de chaque candélabre est assurée par une dérivation prise sur le conducteur de protection de manière indémontable (voir Figure 1) ;

Dans ce cas, toutes les connexions sur le conducteur de terre sont généralement réalisées par sertissage.

Cette solution doit être utilisée dans des conditions d'environnement AQ3.

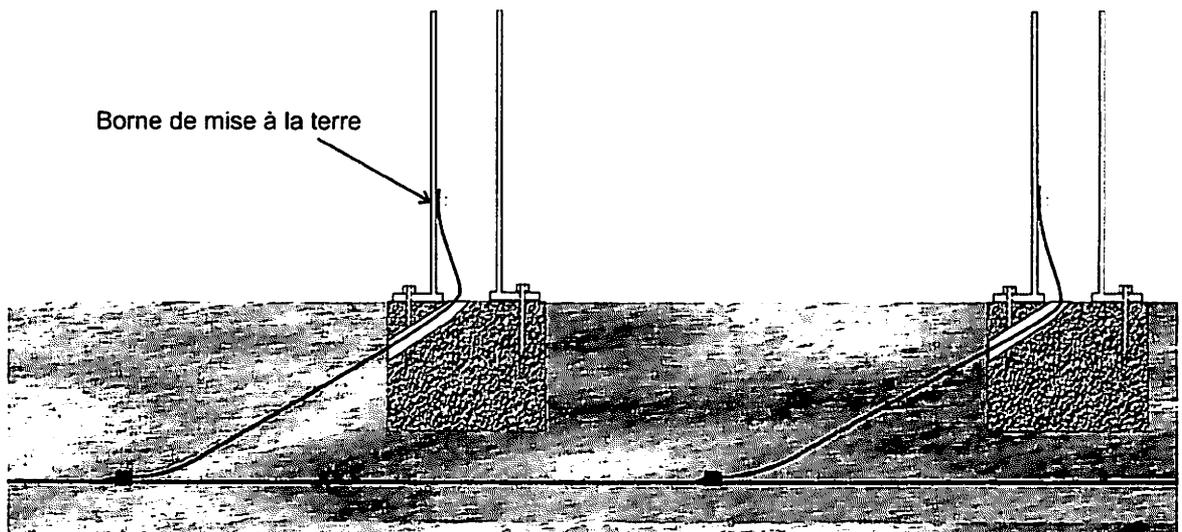


Figure 1 – Mise à la terre par dérivation sur le conducteur de protection (PE)

- b) soit par une ou plusieurs prises de terre interconnectées de manière indémontable, la liaison des candélabres entre eux ainsi qu'avec la borne de terre étant assurée par un conducteur de protection isolé (voir Figure 2).

Dans ce cas, le conducteur de protection est incorporé dans le même câble ou dans le même fourreau que les conducteurs d'alimentation.

Cette solution n'est pas admise dans des conditions d'environnement AQ3.

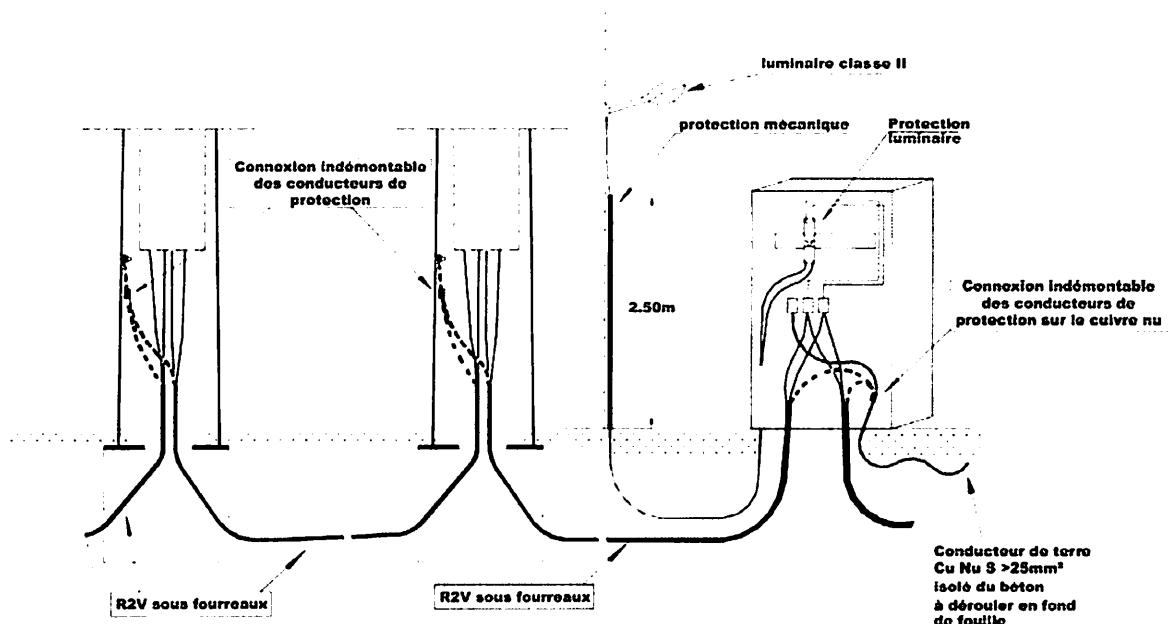


Figure 2 – Mise à la terre par passage en coupure et connexion dans le candélabre

Dans tous les cas, il est recommandé que la partie du conducteur assurant la mise à la terre du candélabre située en dehors du sol ait une longueur suffisante afin de ne pas risquer d'être rompu en cas de renversement accidentel du candélabre.

Lorsque la prise de terre est constituée par un conducteur de cuivre nu d'une section minimale de 25 mm² relié à la borne de mise à la terre du fût, le conducteur ne doit pas passer, sur toute sa longueur, dans un conduit isolant.

La vis ou l'autre partie de la borne de terre doit être réalisée en matériau dont la surface soit inoxydable et les surfaces de contact doivent rester conductrices.

5.2.2.2 Schéma TN

En schéma TN, le neutre a un point directement relié à la terre, les masses de l'installation étant reliées à ce point par des conducteurs de protection.

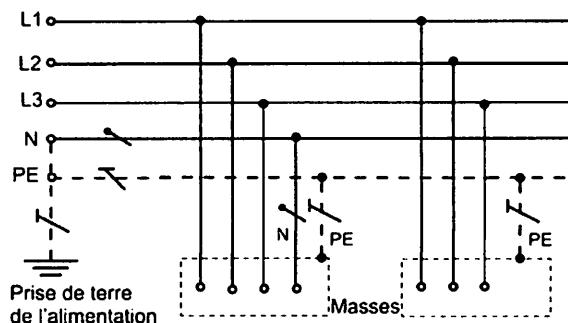


Figure 3 – Schéma TN

Le texte du paragraphe 411.4 de la norme NF C 15-100 s'applique.

Les dispositifs de protection contre les surintensités assurant aussi la protection contre les contacts indirects sont soit des fusibles gG, soit des disjoncteurs domestiques ou à usage analogue de type B, soit des disjoncteurs industriels à réglage magnétique inférieur ou égal à $4 I_n$ ou $4 I_r$.

Le guide UTE C 17-205 fournit les conditions de détermination des sections des conducteurs et le choix des dispositifs de protection permettant de satisfaire aux règles de protection contre les contacts indirects dans le schéma TN.

Le schéma TN-C n'est pas recommandé.

Le schéma TN-S peut être choisi pour une installation alimentée par un poste de livraison conforme à la NF C 13-100 ou à la NF C 13-200.

En cas d'utilisation de dispositif différentiel en schéma TN-S, les prescriptions du paragraphe 5.2.2.3 s'appliquent.

5.2.2.3 Schéma TT

En schéma TT, le neutre a un point relié directement à la terre, les masses de l'installation électrique étant reliées à des prises de terre électrique distinctes de la prise de terre de l'alimentation.

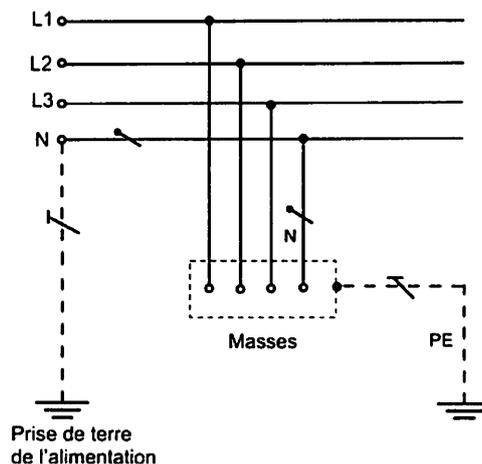


Figure 4 – Schéma TT

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 et celle de l'alimentation.

Sauf dans cette dernière hypothèse, le courant de défaut phase-masse a une intensité inférieure à celle d'un courant de court-circuit et peut néanmoins être suffisant pour provoquer l'apparition de tensions dangereuses.

Ce schéma est généralement celui d'une installation alimentée directement par le réseau de distribution publique à basse tension. Il peut aussi être choisi dans le cas d'une alimentation issue d'un poste de livraison.

Le paragraphe 411.5 de la norme NF C 15-100 s'applique.

En schéma TT, la protection contre les contacts indirects doit être assurée par un ou plusieurs dispositifs différentiels.

L'installation jusqu'aux bornes aval du premier dispositif différentiel doit assurer une isolation double ou renforcée.

La sélectivité entre les dispositifs différentiels éventuels protégeant individuellement chaque équipement et les dispositifs différentiels amont, est fortement recommandée.

Ces dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel doivent être choisis de façon à limiter les risques de déclenchements indésirables dus aux perturbations électromagnétiques.

NOTE Les DDR conformes à leurs normes répondent à la majorité des cas d'installation.

Dans des cas où les perturbations sont particulièrement importantes ou lorsque la continuité de service est particulièrement nécessaire, il est recommandé d'installer des DDR à immunité renforcée à définir, au cas par cas, entre l'utilisateur et le constructeur.

Ces DDR répondent aux normes de base et bénéficient en complément de hautes performances d'immunité aux perturbations électromagnétiques vis-à-vis d'équipements perturbateurs, tels que, par exemple, des ballasts électroniques.

La protection contre les contacts indirects d'une installation d'éclairage comprenant des luminaires de classe I, par un seul dispositif à courant différentiel résiduel placé à son origine, n'est pas conseillée, car un défaut dans un seul appareil entraînant la mise hors tension de l'installation va à l'encontre de la sécurité des usagers.

Il existe différents types de DDR selon leur comportement en présence de composantes continues :

- DDR de type AC : DDR pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux, qu'ils soient brusquement appliqués ou qu'ils augmentent lentement.
- DDR de type A : DDR pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux et aussi pour des courants différentiels continus pulsés, qu'ils soient brusquement appliqués ou qu'ils augmentent lentement.
- DDR de type B : DDR pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux, pour des courants différentiels continus pulsés, qu'ils soient brusquement appliqués ou qu'ils augmentent lentement, et aussi pour des courants différentiels continus lisses.

Les installations d'illuminations permanentes faisaient partie du type 2 dans la version précédente du présent document ; de ce fait une protection différentielle de sensibilité au plus égale à 30 mA était exigée. Cette disposition n'a pas été reconduite.

Des indications spécifiques pour le choix des dispositifs différentiels alimentant des matériels électroniques sont données à l'article 11.

La valeur $I_{\Delta n}$ du courant différentiel-résiduel assigné du dispositif de protection doit satisfaire à la condition suivante :

$$R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$$

où

R_A est la résistance de la prise de terre des masses

Le Tableau 1 ci-après donne la valeur de la résistance maximale de la prise de terre en fonction du courant assigné du dispositif de protection.

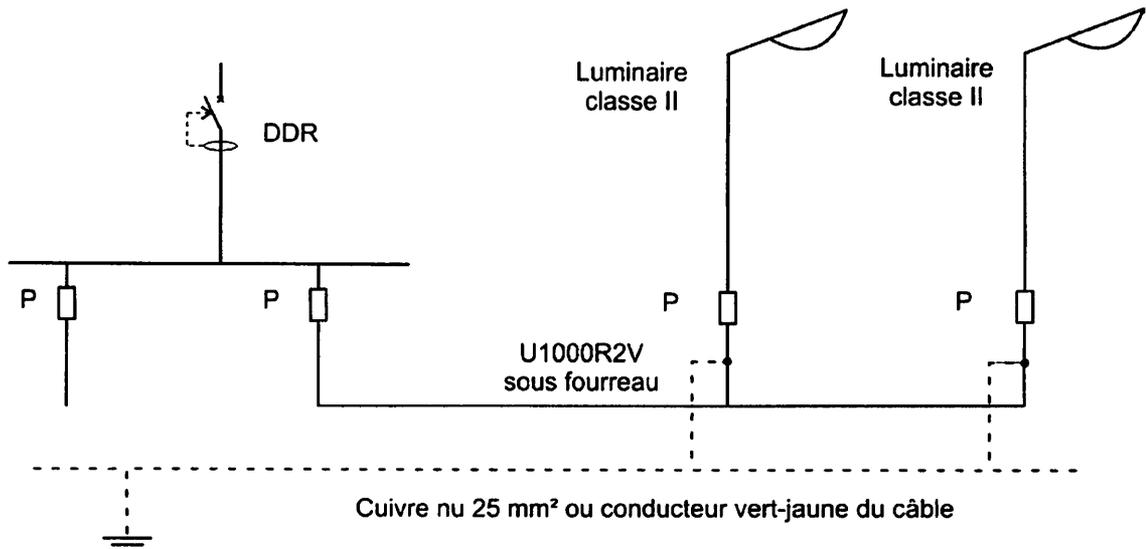
Tableau 1 – Valeur maximale de la résistance de la prise de terre en fonction du courant assigné du dispositif de protection

Courant différentiel résiduel ($I\Delta n$) assigné du dispositif de protection le plus en amont (A)	Valeur maximale de la résistance de la prise de terre des masses (Ω)
3	17
1	50
0,5	100
0,3	167
0,1	500

Les schémas ci-après donnent des exemples d'installation pour la protection contre les contacts indirects assurant ou non la sélectivité.

Deux cas sont considérés :

- l'installation entre le boîtier du candélabre et le luminaire est de classe II ; un seul DDR à l'origine est suffisant (Figure 5).
- l'installation entre le boîtier du candélabre et le luminaire est de classe I ; un DDR non volontairement retardé ou un dispositif de déconnexion automatique (DDA) sur chaque candélabre assure la sélectivité avec le DDR à l'origine du circuit (Figures 6 et 7).



P = fusible ou disjoncteur

Figure 5 – Armoire alimentant des luminaires de classe II – Distribution en câbles U1000R2V sous fourreau – Câblage interne des candélabres en classe II

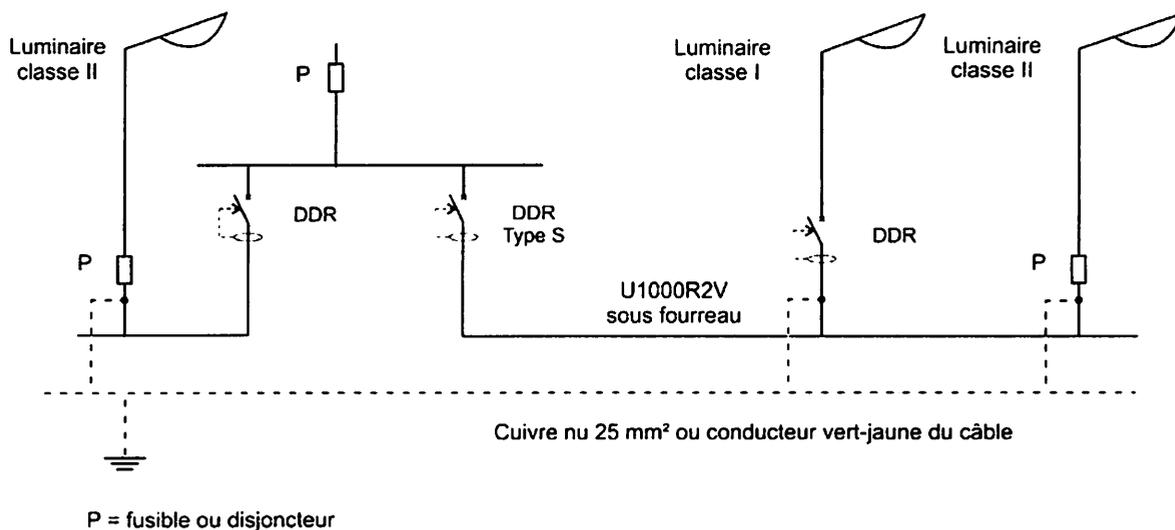


Figure 6 – Armoire alimentant des luminaires de classe I et de classe II – Distribution en câbles U1000R2V sous fourreau – Mise en œuvre de DDR – Câblage interne des candélabres en classes I et II

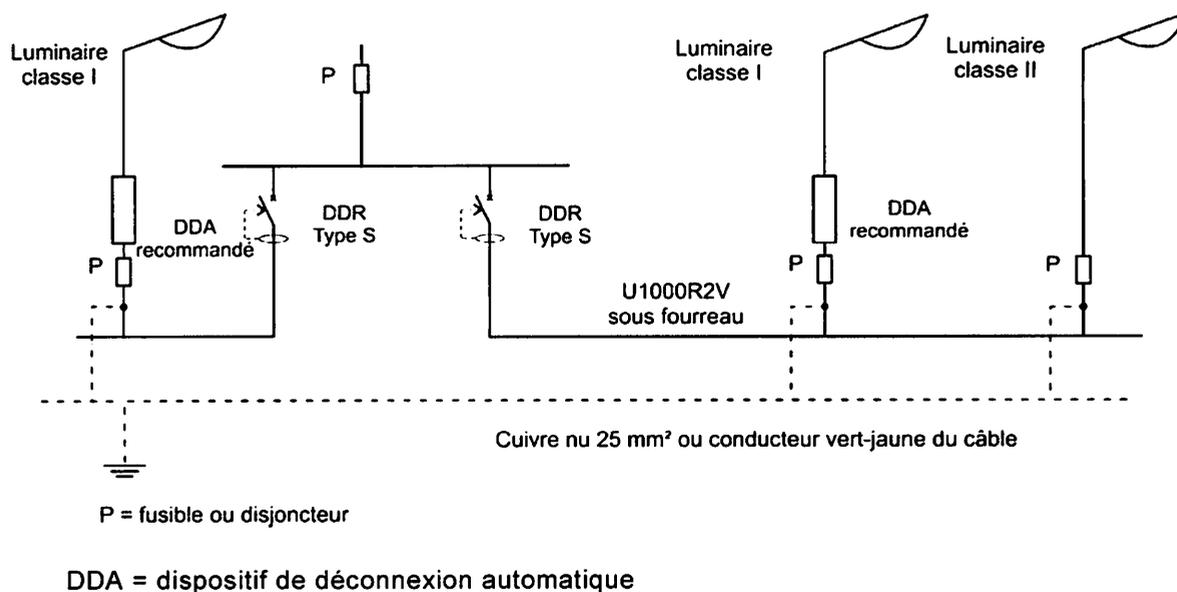


Figure 7 – Armoire alimentant des luminaires de classe I et de classe II – Distribution en câbles U1000R2V sous fourreau – Mise en œuvre de dispositifs de déconnexion automatique (DDA) – Câblage interne des candélabres en classes I et II

Pour une extension créée à partir d'une armoire comportant un circuit existant à neutre commun, la protection contre les contacts indirects par dispositifs différentiels résiduels doit être mise à l'origine des circuits nouveaux.

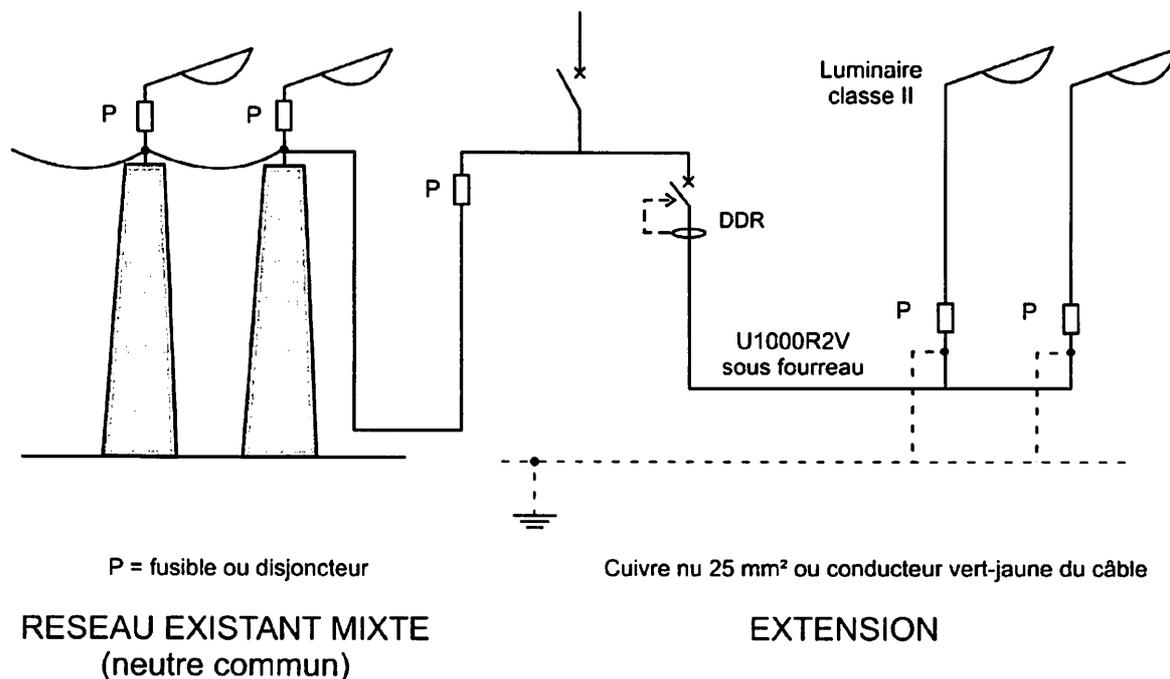


Figure 8 – Extension depuis une armoire comportant au moins un réseau mixte existant

Il convient, lorsque la sécurité publique l'exige, que la conception d'une installation soit telle qu'un défaut d'isolement ne provoque pas l'interruption de l'éclairage sur l'ensemble des foyers.

Pour ce faire, le nombre de luminaires distribués sur le même circuit doit être adapté à la sensibilité du DDR au niveau considéré. Il est rappelé que lorsque la somme des courants de fuite produits par l'appareillage électrique est susceptible d'être supérieure à la moitié du courant différentiel assigné du différentiel, ces courants de fuite peuvent provoquer l'ouverture du différentiel.

A titre indicatif, l'appareillage électrique ou électronique auxiliaire de chaque luminaire de classe I ou II peut produire un courant de fuite de 3,5 mA.

Au niveau de l'alimentation générale ou des départs distribués, le DDR peut être de type S, pour assurer la sélectivité avec les dispositifs différentiels éventuellement placés en aval.

Ce dispositif de type S a un retard d'environ 150 millisecondes, ce qui permet aux dispositifs situés en aval de s'ouvrir sans que le dispositif de type S ne s'ouvre lui-même. Il en est ainsi pour certains disjoncteurs de branchement dénommés aussi AGCP (Appareil Général de Coupure et de Protection).

5.3 Dispositifs de déconnexion automatique (DDA)

Les dispositifs de déconnexion automatique conformes au guide UTE C 17-210 sont destinés, en particulier, à l'équipement individuel des luminaires pour garantir la continuité de l'éclairage d'une rangée de luminaires en cas de défaut à la terre de l'un d'entre eux. Leur fonction consiste à mettre hors tension, de façon temporaire ou permanente, un luminaire présentant un courant de défaut à la terre, de manière à l'isoler du réseau sans provoquer l'extinction d'une rangée complète de luminaires.

Les dispositifs de déconnexion automatique ne sont pas destinés à assurer la protection contre les contacts indirects, car ils ont des caractéristiques constructives qui les différencient des dispositifs différentiels, en particulier sur les points suivants :

- ils peuvent réaliser des réenclenchements automatiques après déclenchement sur défaut ;
- ils ne possèdent pas systématiquement un organe de test ;
- ils ne possèdent pas d'organe de manœuvre manuel ;
- la coupure réalisée ne répond pas aux caractéristiques de sectionnement des dispositifs différentiels.

En conséquence, ils doivent, notamment en schéma TT, être coordonnés avec des dispositifs différentiels de type S ou retardés de telle façon que le temps de fonctionnement total ne dépasse pas 150 ms (retard non réglable).

Ces dispositifs placés en amont, assurent la protection contre les contacts indirects des installations d'éclairage extérieur.

Par ailleurs, ils doivent être associés individuellement à un dispositif de protection contre les surintensités.

5.4 Mesure de protection par isolation double ou renforcée

Le texte de l'article 412 de la norme NF C 15-100 s'applique.

Cette mesure de protection ne peut s'appliquer à l'ensemble de l'installation d'éclairage. Toutefois, elle peut concerner :

- *un ensemble candélabre avec luminaire et équipement auxiliaire ;*
- *une console avec luminaire montée sur façade ou sur poteau ;*
- *un luminaire suspendu ;*
- *une alimentation en dérivation alimentant un candélabre ;*
- *un mobilier urbain ou un équipement analogue ;*
- *un luminaire et son support montés sur une paroi métallique (passerelle ou bâtiment industriel).*

En pratique, les installations d'éclairage extérieur se composent essentiellement des éléments suivants :

- *le luminaire proprement dit, pour lequel la construction en classe II est conforme aux dispositions constructives définies par les normes correspondantes NF EN 60598-2-3 (C 71-003) et NF EN 60598-2-13 (C 71-013) ;*
- *les canalisations à l'intérieur du candélabre ou de la console entre la platine de raccordement et le luminaire, pour lesquelles la norme NF C 15-100 précise les canalisations pouvant être considérées comme étant de classe II ;*
- *l'appareillage, y compris les dispositifs de connexion et les borniers, qui doit être enfermé dans un coffret de classe II ;*

- les canalisations d'alimentation qui doivent, à leur pénétration dans le candélabre, être munies d'une protection complémentaire réalisée à l'aide d'un manchon isolant ou d'un conduit isolant soigneusement fixé.

Conformément la norme NF EN 60598-2-3 (C 71-003), un arrêt de traction est prévu à l'entrée dans le luminaire.

Il faut éviter toute blessure au câble notamment dans les angles des crosses (meulage, fourreau, jeu, etc.).

5.5 Protection complémentaire

Les mobiliers urbains et les édicules de la voie publique, qu'ils soient de classe I ou de classe II, doivent être protégés individuellement par un dispositif différentiel de courant différentiel-résiduel assigné inférieur ou égal à 30 mA.

L'expérience prouve que les mesures classiques de protection contre les contacts directs, qui sont de caractère préventif, peuvent se révéler défailtantes occasionnellement, par défaut d'entretien, usure normale ou anormale de l'isolation, ou imprudence, ou bien encore vandalisme.

En outre, la mise à la terre de ces mobiliers est réalisée par prise de terre individuelle dont la qualité dépend de la nature du terrain et donc très souvent de résistance élevée.

L'utilisation d'un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel de courant différentiel résiduel assigné inférieur ou égal à 30 mA assure rapidement la mise hors tension de l'installation électrique.

Les prises de courant doivent être protégées par un dispositif différentiel de courant différentiel-résiduel assigné inférieur ou égal à 30 mA (NF C 15-100, 415.1).

5.6 Mesure de protection par très basse tension de sécurité (TBTS)

Le texte de l'article 414 de la norme NF C 15-100 s'applique.

6 Protection contre les risques de brûlures

Les parties accessibles des matériels électriques ne doivent pas atteindre des températures susceptibles de provoquer des brûlures aux personnes et doivent satisfaire aux limites appropriées indiquées dans le Tableau 2. Toutes les parties de l'installation susceptibles d'atteindre en service normal, même pendant de courtes périodes, des températures supérieures à celles indiquées dans le Tableau 2 doivent être protégées contre tout contact accidentel.

Toutefois, les valeurs du Tableau 2 ne s'appliquent pas aux matériels qui satisfont aux normes qui leur sont applicables.

Les normes relatives aux matériels fixent des limites de températures (ou d'échauffements) telles que les personnes ne risquent pas d'être brûlées.

Tableau 2 – Températures maximales en service normal des parties accessibles des matériels électriques

Parties accessibles	Matières des parties accessibles	Températures maximales (°C)
Organes de commande manuelle	Métallique	55
	Non métallique	65
Prévues pour être touchées mais non destinées à être tenues à la main	Métallique	70
	Non métallique	80
Non destinées à être touchées en service normal	Métallique	80
	Non métallique	90

7 Protection contre les surintensités

Le texte de la partie 4-43 de la norme NF C 15-100 s'applique.

La protection contre les surintensités est assurée par des fusibles de type gG conformes à la NF EN 60269-2 (C 63-210) ou par des disjoncteurs de type B.

Le pouvoir de coupure de chaque dispositif de protection doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé au point d'installation.

Dans le cas d'un branchement à puissance limitée, compte tenu des protections amont (présence de fusibles AD), un pouvoir de coupure de 3 kA est suffisant pour les dispositifs de protection contre les courts-circuits en aval du point de livraison (NF C 14-100).

En ce qui concerne la règle du temps de coupure, les dispositions du paragraphe 435.1 de la norme NF C 15-100 peuvent ne pas être valables dans le cas de circuits de grande longueur. Dans ce cas, la vérification de la protection contre les courts-circuits, conformément aux prescriptions du sous-paragraphe 434.5.2 de la norme NF C 15-100, est nécessaire.

En pratique, le guide UTE C 17-205 fournit les conditions de détermination des sections de conducteurs et le choix des dispositifs de protection permettant de satisfaire aux règles de protection contre les surintensités et de limites de chutes de tension.

8 Sectionnement

Les articles 461 et 462 de la norme NF C 15-100 s'appliquent.

Il est rappelé que :

- des moyens de sectionnement et de commande doivent être placés à l'origine de toute installation et de préférence être assurés par un appareil de coupure multipolaire coupant tous les pôles de l'alimentation correspondante ;

Un même dispositif peut assurer ces deux fonctions.

- tout circuit doit pouvoir être sectionné sur chacun des conducteurs actifs.

NOTE Le sectionnement d'un circuit peut être assuré par exemple au moyen de :

- sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs ;
- disjoncteurs reconnus aptes au sectionnement par leur norme ;
- prises de courant ;
- éléments de remplacement de fusibles ;
- barrettes ;
- bornes spécialement conçues n'exigeant pas le déplacement d'un conducteur ;
- ACP reconnus aptes au sectionnement par leur norme.

9 Coupure d'urgence

Par dérogation au sous-paragraphe 463.2.1 de la NF C 15-100, il ne doit pas être prévu de dispositif de coupure d'urgence sauf pour les édicules.

10 Choix et mise en œuvre des canalisations

10.1 Généralités

Les canalisations à basse tension sont :

- soit aériennes.

Les règles relatives aux installations aériennes d'éclairage extérieur sont traitées à l'article 14.

- soit posées sur façade et constituées de câbles.

En pratique, les câbles utilisés sont des câbles U 1000 R2V. Des torsades associées à un conducteur de protection peuvent aussi être utilisées. Une telle mise en œuvre concerne la distribution de l'éclairage sur façade.

Les accessoires doivent être conçus de façon à ne pas blesser les conducteurs isolés et doivent présenter une parfaite résistance aux intempéries. Les parties en contact direct avec l'isolant sont en matière synthétique isolante et leur tension d'isolement à fréquence industrielle doit être au moins de 4 kV pendant une minute.

- soit enterrées ou posées dans des galeries ou dans des caniveaux et constituées de câbles admis pour le mode de pose correspondant.

En pratique, les câbles généralement utilisés sont de type U 1000 R2V. En cas d'immersion de durée supérieure à deux mois par an (AD8), les câbles sont spécifiques.

L'étanchéité des câbles doit être reconstituée à leurs extrémités.

Si des câbles avec feuillard sont utilisés, leur armure doit être mise à la terre dès leur origine.

Un exemple de tête de câble est donné en Figure 9.

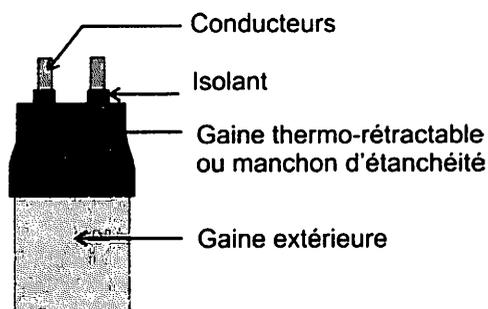


Figure 9 – Exemple de tête de câble

La canalisation d'alimentation étant disposée dans un fourreau à travers le massif de fondation, le fourreau doit avoir une longueur suffisante de façon à éviter tout contact entre, d'une part la canalisation et, d'autre part, le candélabre au niveau de sa plaque d'appui.

Les conditions de mise en œuvre des canalisations à basse tension sont décrites :

- pour les lignes aériennes, dans le paragraphe 3.4 de la norme NF C 11-201 et le paragraphe 529.7 de la norme NF C 15-100 ;
- pour la pose en enterré, dans des galeries ou dans des caniveaux, dans le paragraphe 529.5 de la norme NF C 15-100 (voir aussi le guide UTE C 15-520).

10.2 Canalisations dans les candélabres

Les canalisations entre la boîte de raccordement et le luminaire sont réalisées en câbles tels que U 1000 R2V, H 07 RN-F, H05 RR-F, FR-N 05 VV5-F.

Le conducteur de protection est distribué si le luminaire est de classe I. Sa connexion doit être individuelle.

Les conducteurs de protection en cuivre nu de 25 mm² doivent être posés sous fourreaux dans la traversée du massif en béton.

Si un circuit d'arrosage est intégré dans le candélabre, il doit être mis sous fourreau. Aucune vanne ou commande ne doit être à l'intérieur du candélabre. Le degré de protection du candélabre est reconstitué.

Si un autre circuit électrique d'origine différente circule dans le candélabre, deux cas se présentent :

- ou l'isolation du câble ne concernant pas l'éclairage présente une isolation équivalente à celle de l'éclairage et aucune précaution particulière n'est à prendre ;
- ou cette isolation est moindre ou encore inconnue, ce circuit sera alors disposé dans un fourreau.

Dans tous les cas, un marquage doit identifier les circuits.

Un exemple de réalisation de remontée interne en candélabre est montré en Figure 10.

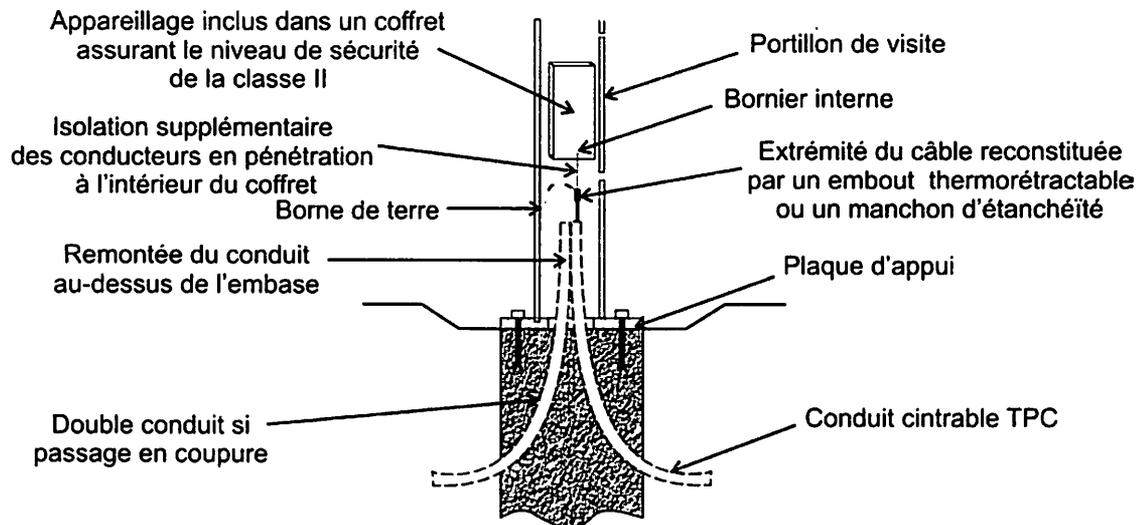


Figure 10 – Exemple de réalisation de remontée interne dans le candélabre avec plaque d'appui

10.3 Section minimale

Pour la détermination des sections des conducteurs de distribution, se référer au guide UTE C 17-205.

La section minimale des conducteurs des canalisations entre le luminaire et la boîte de raccordement est de $1,5 \text{ mm}^2$.

10.4 Accessibilité aux matériels

Les coffrets de raccordement doivent être adaptés aux sections et nombres de câbles à raccorder, ainsi qu'aux matériels électriques installés de manière à conserver leur accessibilité pour la maintenance.

Les matériels électriques doivent être disposés de façon à faciliter leur montage, leur manœuvre, leur visite et leur entretien.

10.5 Chutes de tension

La chute de tension entre l'origine d'une installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs du Tableau 3 exprimées par rapport à la valeur de la tension nominale de l'installation.

Tableau 3 – Chutes de tension dans les installations

Type A - Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension	3 %
Type B - Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension et installations de type A dont le point de livraison se situe dans le tableau général BT d'un poste de distribution publique.	6 %
Lorsque les canalisations principales de l'installation ont une longueur supérieure à 100 m, ces chutes de tension peuvent être augmentées de 0,005 % par mètre de canalisation au-delà de 100 m, sans toutefois que ce supplément soit supérieur à 0,5 %.	
Les chutes de tension sont déterminées d'après les puissances absorbées par les appareils d'utilisation, en appliquant le cas échéant des facteurs de simultanéité, ou, à défaut, d'après les valeurs des courants d'emploi des circuits.	

Lorsque les conditions d'alimentation peuvent laisser craindre que la tension au point le plus éloigné de l'installation soit inférieure à la tension d'amorçage des lampes lors de leur allumage, il y a lieu de calculer les chutes de tension en tenant compte du courant maximal d'allumage des lampes.

Le guide UTE C 17-205 donne la règle à suivre pour la détermination des sections des conducteurs d'après les chutes de tension.

11 Mise en œuvre des matériels électroniques

11.1 Généralités

Les appareils électroniques doivent être conformes aux normes en vigueur les concernant.

La connaissance de la valeur du courant de fuite permanent et les caractéristiques du courant d'amorçage sont nécessaires pour la conception des installations.

Les appareils électroniques peuvent avoir une borne de mise à la terre fonctionnelle. Dans le cas de mise en œuvre dans une enveloppe de classe II (luminaires, coffrets, etc.), le conducteur de mise à la terre fonctionnelle doit être isolé et sa connexion doit être isolée des parties actives par une isolation double ou renforcée.

Les appareils électroniques installés en aval d'un DDR étant susceptibles de produire des courants de défauts à composante continue, ce DDR doit être de type A pour les applications alimentées en monophasé ou de type B pour les applications alimentées en triphasé.

Toutefois si la partie de ces matériels susceptibles de produire des courants de défaut à composante continue est réalisée suivant les règles applicables à la classe II, un DDR de type AC convient quel que soit le type d'alimentation.

Le nombre de luminaires distribués sur le même circuit doit être adapté à la sensibilité du DDR au niveau considéré.

Il est rappelé que lorsque la somme des courants de fuite produits par l'appareillage électronique est susceptible d'être supérieure à la moitié du courant différentiel assigné du différentiel, ces courants de fuite peuvent provoquer l'ouverture du différentiel.

11.2 Ballasts électroniques

Lors de leur mise sous tension, les ballasts électroniques peuvent provoquer un appel de courant important. Le nombre de luminaires distribués sur le même circuit doit être adapté aux caractéristiques des dispositifs de protection contre les surintensités.

11.3 Variateurs

Les variateurs ne doivent pas perturber le fonctionnement des équipements, des dispositifs de protection contre les contacts indirects, des dispositifs de protection contre les surintensités et des dispositifs de déconnexion automatique situés en aval.

12 Identification et repérage

Des plaques indicatrices ou d'autres moyens appropriés d'identification doivent permettre de reconnaître l'affectation de l'appareillage.

Dans tous les cas, ces moyens doivent être prévus dans les armoires de distribution.

Dans le cas des circuits triphasés, l'utilisation des couleurs des conducteurs de phase doit être de préférence :

- phase 1 (L1) : couleur Brun ;
- phase 2 (L2) : couleur Noir ;
- phase 3 (L3) : couleur Gris.

13 Protection contre la foudre

Dans le cas où le niveau céramique est supérieur à 25 (condition AQ3), il y a lieu de relier les parties métalliques du candélabre à une prise de terre susceptible d'écouler le courant de foudre. La solution a) de 5.2.2.1 doit être utilisée.

Pour les installations aériennes d'éclairage extérieur (voir 14), la prise de terre susceptible d'écouler le courant de foudre doit avoir une résistance n'excédant pas 10 ohms (voir NF C 17-100) et peut être réalisée suivant les exemples ci-dessous.

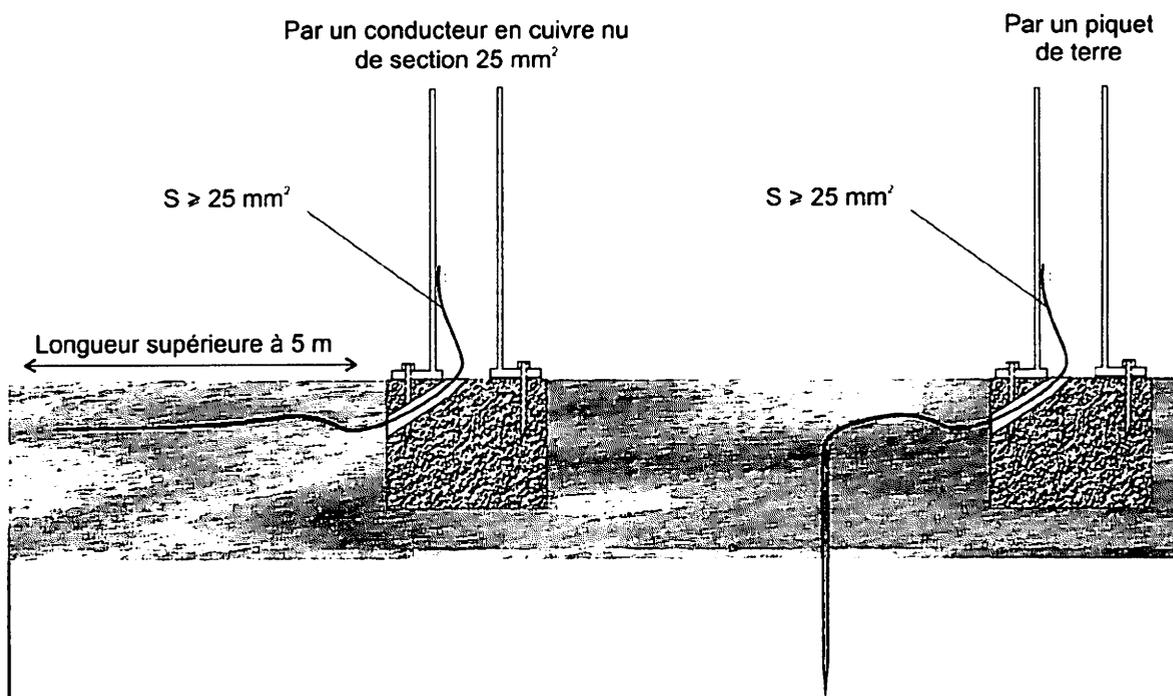


Figure 11 – Exemples de mise à la terre par prise de terre individuelle en réseau aérien

Un exemple de méthode équivalente est une mise à la terre individuelle réalisée en cuivre nu de 25 mm^2 d'une longueur de l'ordre de 5 m enterrée à une profondeur de 0,80 m.

14 Règles particulières aux installations aériennes d'éclairage extérieur

Il est interdit d'utiliser les ouvrages HT et les supports de lignes HT pour l'installation de foyers lumineux et de leurs accessoires.

14.1 Type de distribution

14.1.1 Eclairage extérieur électriquement séparé

Les circuits d'éclairage extérieur et le réseau de distribution publique en conducteurs nus n'ont aucun conducteur commun et ont un support commun.

Conformément à l'article 53 de l'arrêté technique, les appareils d'éclairage et leurs accessoires, lorsqu'ils sont placés sur des supports de lignes électriques aériennes BT en conducteurs nus, doivent être à au moins 1 m de ces conducteurs (voir Figure 18).

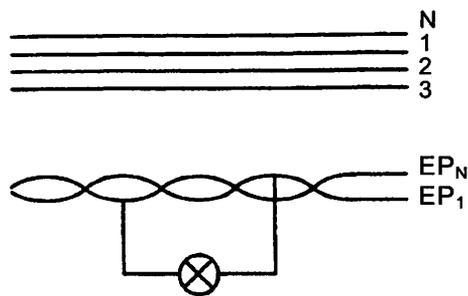


Figure 12 – Réseau de distribution publique en conducteurs nus -
Conducteurs séparés

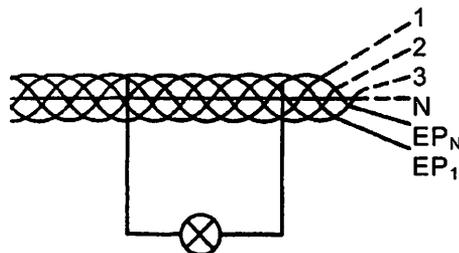


Figure 13 – Réseau de distribution publique en conducteurs torsadés -
Conducteurs séparés dans la même torsade

14.1.2 Eclairage extérieur électriquement non séparé (mixte)

Pour les installations neuves, le neutre commun à l'éclairage extérieur et au réseau de distribution publique est interdit.

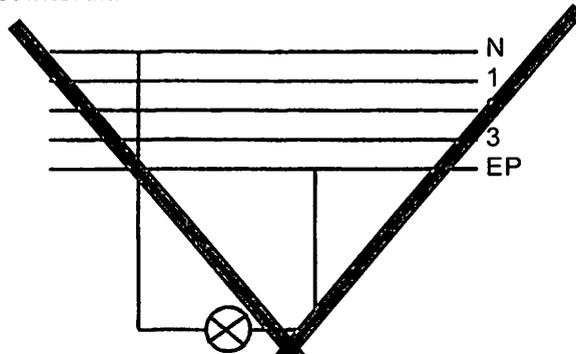
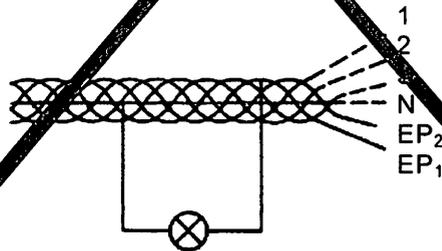


Figure 14 – Réseau de distribution publique en conducteurs nus - Neutre commun



NOTE Le nombre de conducteurs d'éclairage public (EP) peut être de 1, 2 ou 3.

Figure 15 – Réseau de distribution publique en conducteurs torsadés - Neutre commun

14.1.3 Eclairage extérieur physiquement séparé

Les circuits d'éclairage extérieur sont considérés comme physiquement séparés du réseau de distribution public s'ils satisfont simultanément, les trois conditions suivantes :

- ils sont électriquement séparés (aucun conducteur commun) ;
- ils sont réalisés en conducteurs isolés ;
- ils ne sont pas inclus dans une torsade du réseau de distribution public.

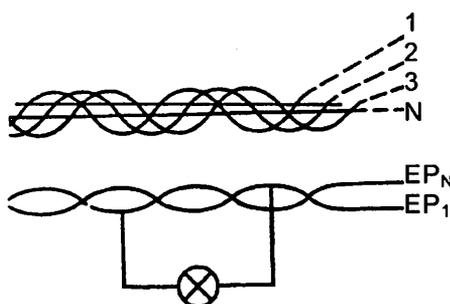


Figure 16 – Réseau de distribution public en conducteurs torsadés - Conducteurs séparés dans des torsades différentes

14.2 Protection contre les contacts indirects

Pour les installations aériennes, le type de distribution choisi et les possibilités de réalisation des prises de terre imposent les prescriptions complémentaires ci-après aux règles de protection telles que définies dans le présent document.

14.2.1 Installations de mise à la terre

Lorsque les circuits d'éclairage extérieurs et le réseau de distribution public sont placés sur les mêmes supports, les luminaires doivent être de classe II.

La distribution d'un conducteur de protection n'est pas exigée lors de l'utilisation exclusive de matériel de classe II.

Dans le cas de luminaires situés sur des supports communs conducteurs, ces supports ne doivent pas être reliés à la terre par dérogation au paragraphe 5.2.2.1.

Dans les conditions AQ3, les supports conducteurs réservés à l'éclairage sont mis à la terre (voir 13).

14.2.2 Schéma TN

Le schéma TN n'est pas recommandé pour les réseaux aériens (voir article 45 de l'arrêté technique).

14.2.3 Schéma TT

14.2.3.1 Eclairage extérieur électriquement séparé

La protection contre les contacts indirects doit être assurée par au moins un dispositif différentiel résiduel telle que définie en 5.2.2.3.

Aucune installation d'éclairage extérieur non séparée (mixte) ne peut être alimentée en dérivation d'une installation d'éclairage séparé.

Toute installation d'éclairage extérieur séparé, alimentée en dérivation d'un réseau d'éclairage extérieur non séparé doit respecter les règles de 5.2.2.3. Le DDR général doit être situé à l'origine de la dérivation.

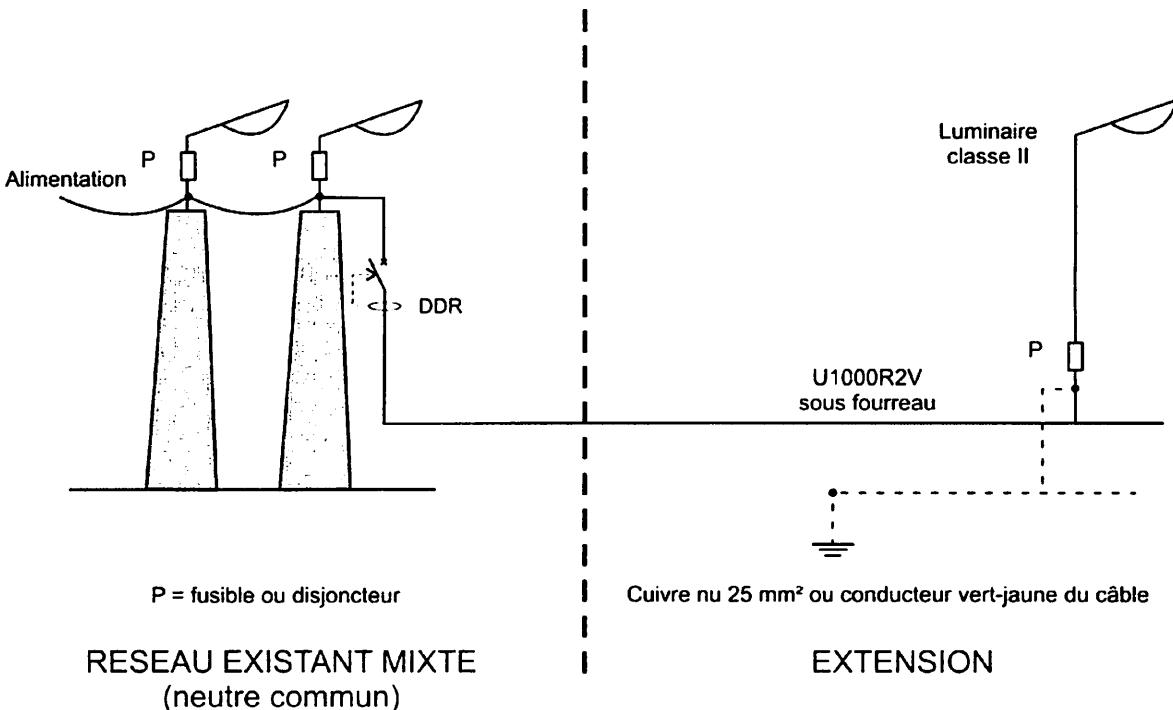


Figure 17 – Exemple d'éclairage extérieur

14.3 Protection contre les surintensités

Les dispositifs de protection contre les surintensités des luminaires doivent être disposés dans des enveloppes de classe II. Les dispositifs doivent être situés à au moins 1 m sous les conducteurs nus et au moins 0,35 m sous les câbles torsadés.

L'article 7 est applicable.

14.4 Sectionnement

L'article 8 s'applique à l'origine de chaque circuit de luminaire et à l'origine du réseau d'éclairage extérieur séparé de la distribution publique.

14.5 Choix et mise en œuvre des canalisations

14.5.1 Réseaux

Les réseaux d'éclairage extérieur en conducteurs nus sont interdits.

Les circuits d'éclairage public sont constitués de câbles pour réseau aérien. La portée maximale entre deux supports ou deux points de fixation doit être fonction des caractéristiques mécaniques des câbles.

Les dispositions des conducteurs et des luminaires d'éclairage public sont données par la Figure 18 (Figures a) à c)). Elles reposent sur les conditions suivantes :

- 1) les distances minimales à respecter par rapport aux conducteurs nus sont de (Figures c) et d)) :
 - 1 m pour les foyers lumineux et l'appareillage annexe ;
 - 0,35 m pour les autres parties des appareils d'éclairage.
- 2) les distances minimales à respecter par rapport aux câbles sont dans tous les cas de 0,35 m (Figures a) et b)).
- 3) lorsqu'un appareil d'éclairage extérieur est placé au-dessus de la nappe des conducteurs (Figures a) et c)), sa distance horizontale par rapport aux conducteurs nus de la distribution publique doit être au minimum de 1 m.

Réseau de distribution publique en conducteurs torsadés

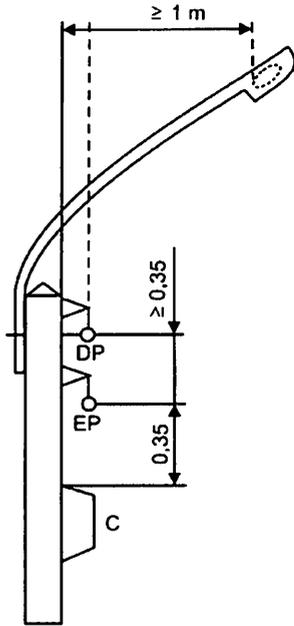


Figure a)

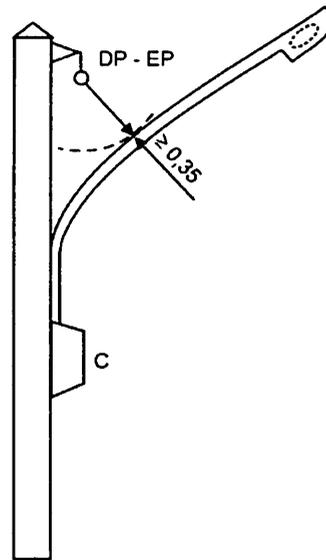


Figure b)

Réseau de distribution publique en conducteurs nus

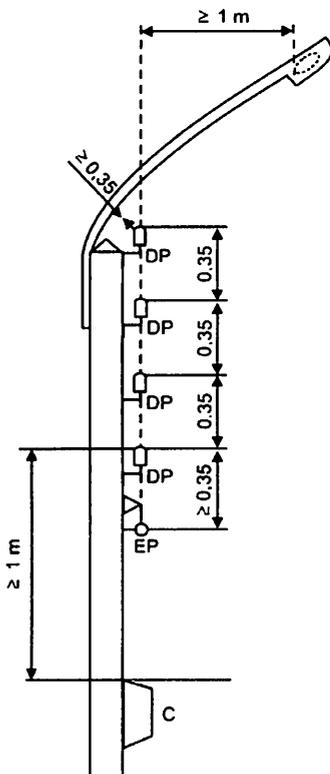


Figure c)

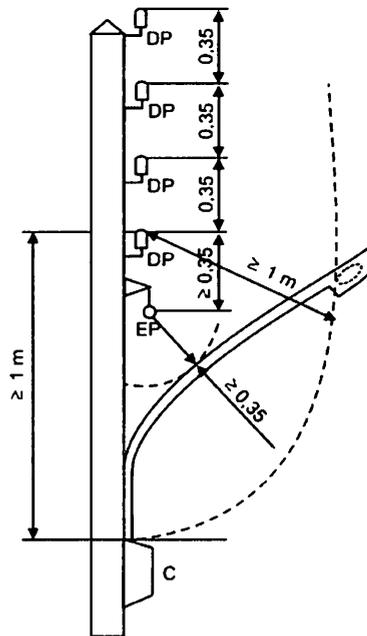


Figure d)

DP = Distribution publique
 EP = Eclairage public
 C = Coffret enfermant le dispositif de protection

Figure 18 – Distances minimales à respecter

14.5.2 Alimentation des luminaires

La section minimale entre le dispositif de protection et le luminaire est de $1,5 \text{ mm}^2$ en cuivre.

Pour la détermination des sections des conducteurs de distribution, se référer au guide UTE C 17-205.

La protection assurée par la gaine, notamment contre les rayonnements ultraviolets, doit être reconstituée.

14.5.3 Chute de tension

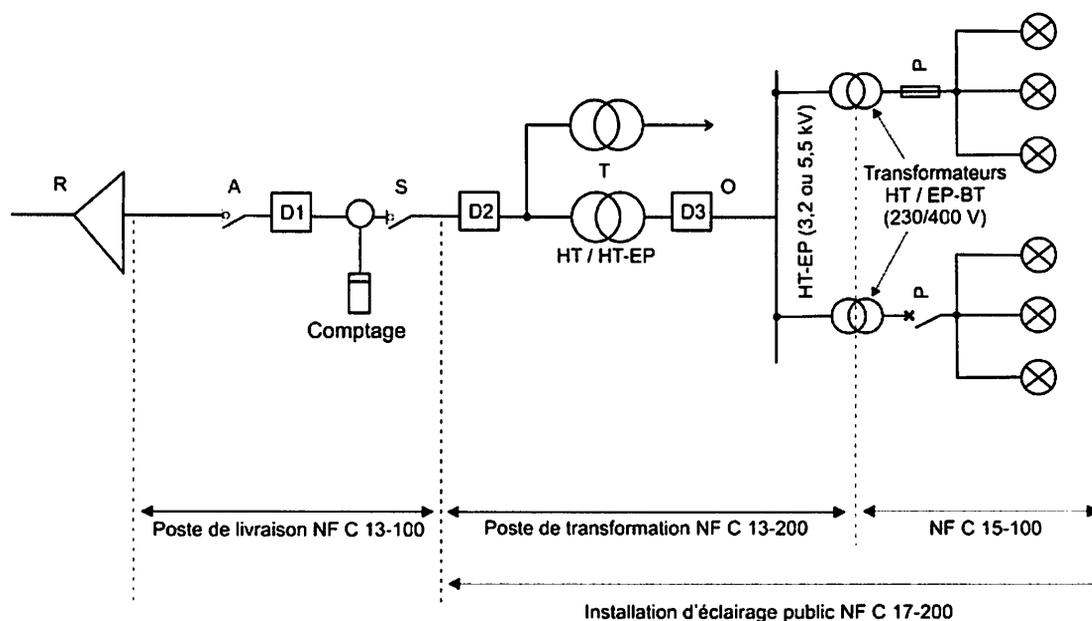
Le paragraphe 10.4 s'applique.

15 Règles particulières pour les installations de distribution HT-EP

15.1 Généralités

Les installations à haute tension d'éclairage public HT-EP sont alimentées :

- a) soit par un réseau de distribution publique à haute tension par l'intermédiaire de postes de livraison qui doivent satisfaire aux règles des normes NF C 13-100 et NF C 13-200.



R : point de raccordement au réseau de distribution HT

A : dispositif de sectionnement (sectionneur ou interrupteur sectionneur)

D1 : dispositif de protection général

S : dispositif de sectionnement ou de mise à la terre

D2, D3 : dispositifs de protection

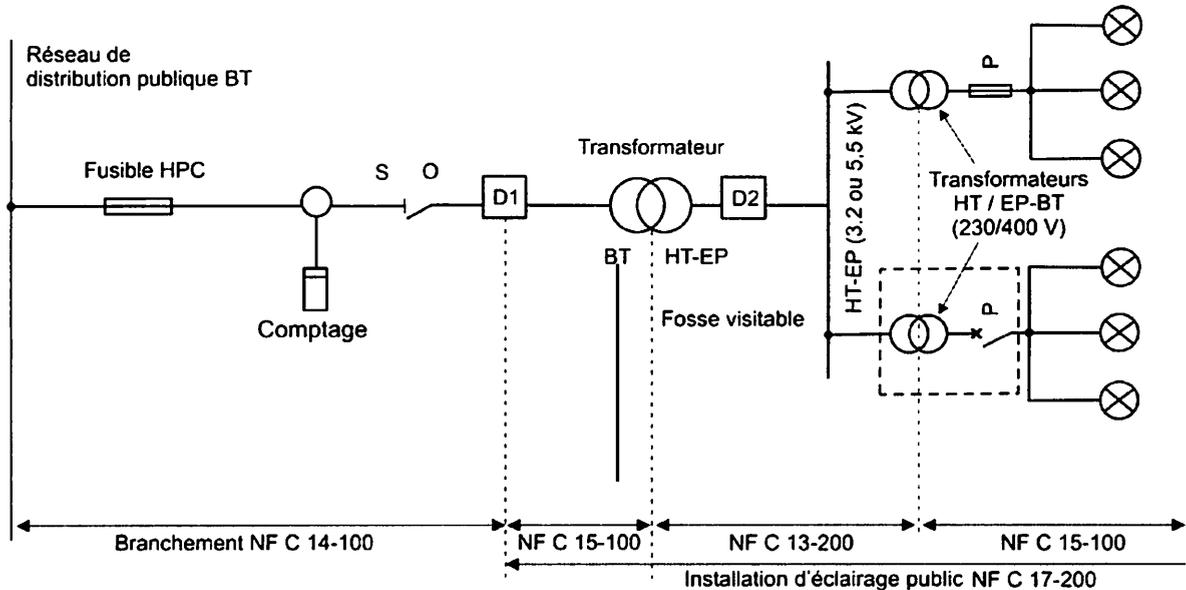
O : origine de l'installation d'éclairage public

P : protection des départs par fusibles ou disjoncteurs

Figure 19 – Alimentation par un réseau de distribution publique à haute tension

Ces postes sont à comptage en haute tension. La norme NF C 13-100 s'applique en amont des bornes de sortie des dispositifs de sectionnement ou de mise à la terre située immédiatement en aval des transformateurs de courant destinés au comptage.

- b) soit par un branchement du réseau de distribution publique à basse tension par l'intermédiaire d'un transformateur élévateur. Le branchement doit satisfaire aux règles de la norme NF C 14-100.



- S : dispositif de sectionnement
 O : origine de l'installation
 D1, D2 : dispositifs de protection
 P : protection par fusible ou disjoncteur

Figure 20 – Alimentation par un branchement à un réseau à basse tension

La partie du poste de livraison en aval de O doit satisfaire aux règles de la norme NF C 13-200.

Les tensions de distribution d'éclairage les plus couramment utilisées sont 3,2 kV et 5,5 kV.

15.2 Définitions

15.2.1

installation HT-EP

ensemble des matériels électriques haute tension destinés à l'alimentation des installations d'éclairage extérieur.

15.2.2

transformateur HT-EP/BT

transformateur généralement installé en fosse visitable, destiné à alimenter des installations à basse tension de longueurs limitées.

Ce transformateur est destiné à être utilisé dans des conditions d'environnement et d'exploitation sévères.

15.2.3

boîte de coupure HT-EP

boîte de connexion installée généralement en fosse visitable et permettant une coupure de l'installation HT-EP et également une extension des installations.

15.2.4

fosse visitable

appelée aussi chambre, elle reçoit des matériels HT-EP tels que transformateurs ou boîtes de coupure. Elle est susceptible d'être inondée ou remplie de matériaux solides entraînés par ruissellement.

15.3 Choix des matériels

Les matériels électriques HT-EP en fosse visitable doivent posséder, par construction, au moins les degrés de protection IP57.

15.4 Protection contre les chocs électriques

15.4.1 Protection contre les contacts directs

Les dispositions du paragraphe 411 relatif à la protection contre les contacts directs de la NF C 13-200 s'appliquent.

Lorsque les transformateurs ou boîtes de coupure HT-EP sont placés dans une fosse visitable, un obstacle doit être disposé entre le transformateur et la trappe d'accès.

Lorsque les transformateurs ou boîtes de coupure HT-EP ne comportent pas de verrouillage incorporé, cet accès doit être verrouillable et doit satisfaire aux dispositions du sous-paragraphe 15.8.3.2.

15.4.2 Protection contre les contacts indirects

Le schéma des liaisons à la terre utilisé en éclairage public est généralement le schéma avec neutre faiblement impédant, le neutre étant relié directement à la terre.

La protection contre les contacts indirects est assurée par une liaison équipotentielle entre toutes les masses et tous les éléments conducteurs du poste, laquelle est reliée à la prise de terre de l'installation.

15.4.2.1 Installation de mise à la terre

15.4.2.1.1 Poste de livraison

Une prise de terre doit être réalisée conformément aux paragraphes 541 des normes NF C 13-100 et 13-200.

A cette prise de terre, est relié le point neutre de l'installation HT-EP.

15.4.2.1.2 Transformateurs HT-EP/BT en fosse visitable

Les transformateurs HT-EP/BT en fosse visitable doivent être mis à la terre par une liaison à un conducteur en cuivre nu de section 25 mm² servant à la fois de prise de terre et de conducteur de protection.

La liaison de chaque transformateur à la terre est assurée par une dérivation prise sur le conducteur de protection de manière indémontable.

Dans ce cas, la connexion du conducteur de mise à la terre sur le conducteur de protection peut être réalisée par sertissage.

En outre, afin de diminuer la tension de pas pouvant apparaître à l'approche lors d'un défaut, il y a lieu de disposer à environ 50 cm autour du poste, un conducteur nu enterré de 25 mm² en cuivre ou de 50 mm² en acier, à une profondeur d'environ 40 cm et relié au conducteur de protection.

La protection contre les contacts indirects est assurée par la réalisation simultanée dans les fosses visitables contenant les matériels HT-EP :

- d'une liaison équipotentielle entre toutes les masses et tous les éléments conducteurs pouvant être simultanément accessibles ;
- d'une mise à la terre de la liaison équipotentielle à laquelle est également relié le conducteur neutre basse tension, ou le point milieu de l'enroulement basse tension de l'installation à basse tension.

Aucune valeur n'est imposée pour la résistance de la prise de terre, la protection contre les contacts indirects étant assurée par la liaison équipotentielle.

15.4.2.2 Schémas

Les schémas ci-après illustrent les différentes réalisations possibles des installations d'éclairage public à haute tension.

15.4.2.2.1 Schéma avec PEN

Dans le schéma avec PEN, les installations sont monophasées

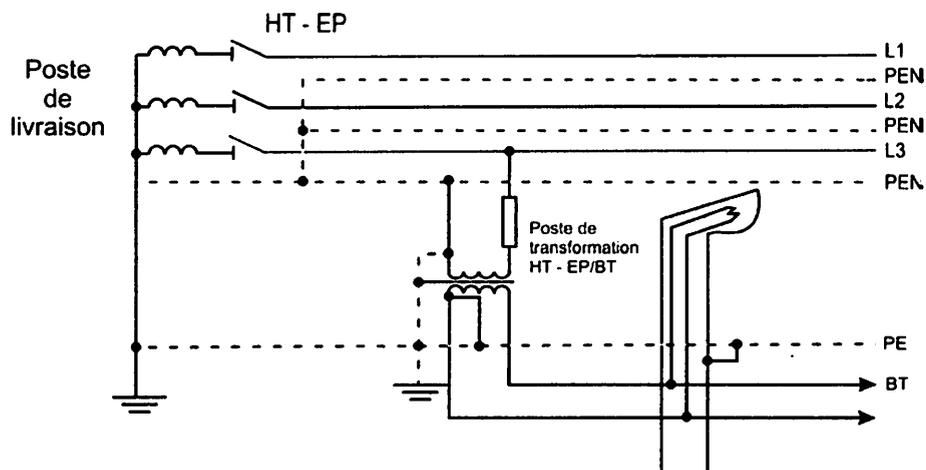


Figure 21 – Installation monophasée avec PEN

Chaque canalisation à haute tension est monophasée et constituée :

- soit par deux câbles monoconducteurs avec écran,
- soit par un câble à deux conducteurs concentriques de même section.

Les conducteurs de protection et de terre (PE) sont en cuivre nu et ont une section d'au moins 25 mm². Ces conducteurs sont disposés à proximité immédiate des conducteurs actifs correspondants et enterrés directement dans le sol.

Les conducteurs PEN doivent avoir une section d'au moins 10 mm² en cuivre ou 16 mm² en Alu.

Les conducteurs PEN et les conducteurs de protection et de terre ne doivent comporter aucun dispositif de coupure (protection, commande ou sectionnement).

Les transformateurs HT-EP/BT sont alimentés entre phase et neutre.

15.4.2.2.2 Schéma sans PEN

a) Installations monophasées

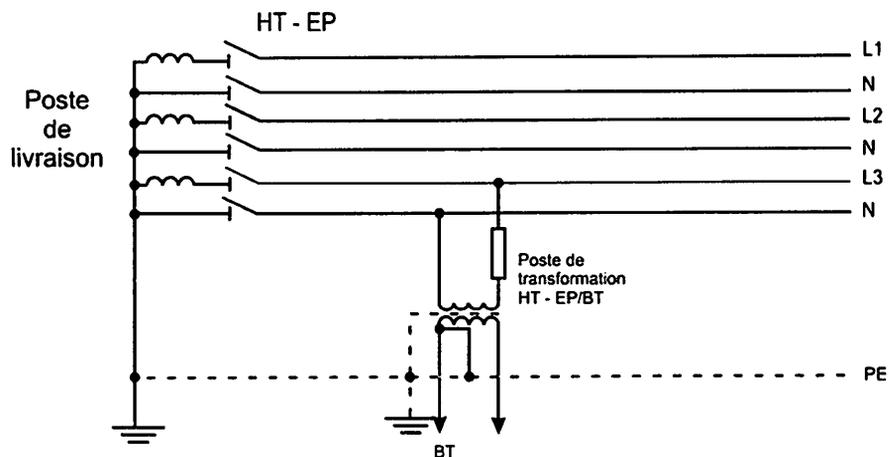


Figure 22 – Installation monophasée

Chaque canalisation à haute tension est constituée :

- soit par deux câbles monoconducteurs avec écran ;
- soit par un câble à deux conducteurs concentriques de même section.

Les conducteurs de protection et de terre (PE) sont en cuivre nu et ont une section d'au moins 25 mm².

Les transformateurs HT-EP/BT sont alimentés entre phase et neutre.

b) Installations triphasées

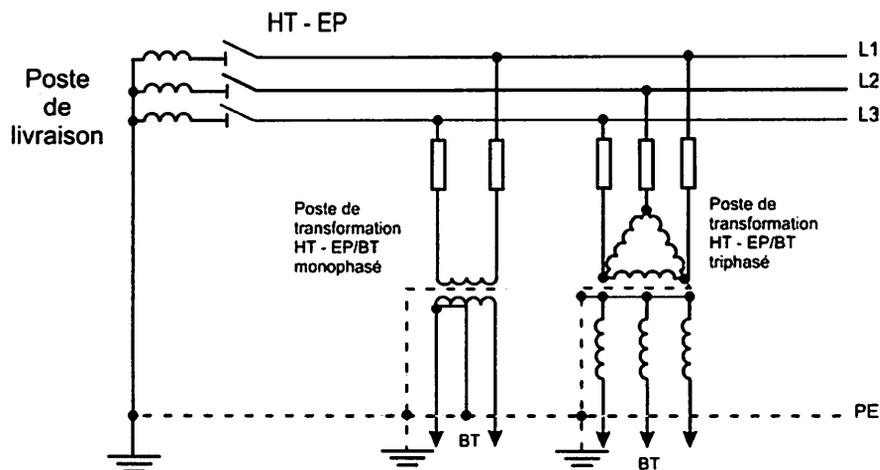


Figure 23 – Installation triphasée sans neutre

Chaque canalisation à haute tension est constituée :

- soit par trois câbles monoconducteurs avec écran ;
- soit par un câble à trois conducteurs.

Les conducteurs de protection et de terre (PE) sont en cuivre nu et ont une section d'au moins 25 mm². Le neutre n'est pas distribué.

Les transformateurs HT-EP/BT sont alimentés entre phases.

15.5 Protection contre les effets thermiques

La norme NF C 13-200 s'applique.

15.6 Protection contre les surintensités

15.6.1 Protection contre les surcharges

Les récepteurs doivent être protégés contre les surcharges ; cette protection assure également la protection des canalisations alimentant ces récepteurs.

Les risques de fonctionnement anormal des transformateurs HT/HT-EP sont importants.

La protection contre les surcharges est particulièrement nécessaire quand les protections HT sont réalisées à l'aide de fusibles. Elle peut être assurée à l'aide de relais thermiques, ou de sondes thermiques remplaçant le thermostat dont les caractéristiques de fonctionnement sont mal adaptées à ce cas d'emploi.

15.6.2 Protection contre les courts-circuits

La protection contre les courts-circuits est réalisée au moyen de dispositifs capables de détecter et de couper aussi bien le défaut proche que celui situé à l'extrémité de la canalisation.

En haute tension, les installations d'éclairage public sont souvent très étendues et les puissances mises en jeu sont souvent faibles.

Du fait de la nature et des caractéristiques particulières des câbles utilisés (grandes longueurs et faibles sections), la valeur du courant de court-circuit à l'extrémité de la canalisation peut être très faible. Généralement, les fusibles seuls ne suffisent pas. Quand ils sont prévus, il faut leur associer des relais choisis de telle façon qu'ils n'entraînent pas de déclenchements intempestifs à cause des phénomènes transitoires et qu'ils garantissent bien l'ouverture de l'appareil de commande en cas de défaut éloigné.

Tout dispositif de protection contre les surintensités doit assurer la coupure de tout courant de défaut dans le circuit qu'il protège dans un temps tel que les tenues thermiques des matériels du circuit ne soient pas dépassées.

Dans les schémas sans PEN, les circuits sont protégés par des dispositifs à courant différentiel- résiduel, appelés également dispositifs à courant homopolaire.

Les dispositifs à courant homopolaire sont choisis de manière que leur courant différentiel assigné soit supérieur de 30 % au courant capacitif de la canalisation protégée; ils sont temporisés avec un retard de 0,2 seconde afin d'éviter des déclenchements intempestifs, notamment lors des mises sous tension des luminaires.

Lorsque l'installation fonctionne en boucle ouverte, la capacité à prendre en considération est celle correspondant à la longueur totale de la boucle fermée HT-EP.

15.7 Protection contre les surtensions et les baisses de tension

La norme NF C 13-200 s'applique.

15.8 Sectionnement et commande

15.8.1 Sectionnement

Des dispositifs de sectionnement doivent être disposés à l'origine de toute installation HT/EP. Le texte de l'article 461 de la norme NF C 13-200 s'applique.

15.8.2 Commande

Le texte de l'article 462 de la norme NF C 13-200 s'applique.

15.8.3 Verrouillages et asservissements

Les installations doivent comporter les verrouillages énumérés aux sous-paragraphes 15.8.3.1 et 15.8.3.2.

15.8.3.1 Appareillage sous enveloppe métallique

Pour le verrouillage spécifique à chaque cellule ou entre cellules d'un même local, le texte du paragraphe 464.1 de la norme NF C 13-200 s'applique.

15.8.3.2 Transformateur HT-EP/BT et boîtes de coupure HT-EP

L'accès au matériel HT-EP doit être empêché par un obstacle verrouillable.

Ce verrouillage doit être associé au dispositif de mise à la terre et en court-circuit situé à l'origine des câbles alimentant le transformateur.

15.9 Canalisations à haute tension

Les canalisations à haute tension sont constituées :

- soit de câbles à trois conducteurs avec écran métallique (NF C 33-220) ;
- soit de câbles monoconducteurs avec écran métallique (NF C 33-220) ;
- soit de câbles à deux conducteurs concentriques de même section, le périphérique étant utilisé comme neutre lorsque ce conducteur périphérique est utilisé dans les schémas sans PEN et comme conducteur neutre et de protection en schéma avec PEN (NF C 33-221).

Les câbles avec écran peuvent être à isolant synthétique, ils peuvent comporter une armure.

Les câbles enterrés doivent présenter une tenue suffisante à la pénétration de l'eau

Les conditions de pénétration de l'eau dépendent des caractéristiques de construction des câbles. Les câbles conformes aux normes NF C 33-220 et NF C 33-221 ne peuvent pas être utilisés plus de deux mois par an, en durée ou cumulée, dans des conditions immergées AD7. Si les câbles sont immergés plus de deux mois par an, ils doivent répondre à la condition d'influence externe AD8.

Les câbles non armés conformes à la norme NF C 33-221 utilisés en schéma avec PEN et les câbles conformes à la norme NF C 33-220 peuvent être directement enterrés dans la mesure où ils sont renforcés pour supporter le tassement des terres et le contact des corps durs. Les câbles non armés conformes à la norme NF C 33-221 utilisés en schéma sans PEN doivent être exclusivement posés dans des goulottes ou sur des tablettes, dans des galeries techniques ou enterrés dans des fourreaux (par exemple, conduits TPC) pour assurer une protection contre les chocs des outils à main.

Les rayons de courbure des câbles armés HT-EP au niveau des raccordements sur les bornes HT des transformateurs et des boîtes de coupure HT-EP doivent être au moins égaux à :

- 8 fois leur diamètre, pour les câbles tripolaires ;
- 10 fois leur diamètre, pour les câbles bipolaires.

Le raccordement des écrans à la terre doit être effectué tous les 300 m ou 400 m afin d'éviter des surtensions entre le conducteur actif et l'écran.

15.10 Chutes de tension

L'ensemble des canalisations HT-EP et BT est dimensionné pour que la chute de tension sur la lampe la plus éloignée soit inférieure à 6 %.

Le guide UTE C 17-205 partie B fournit les conditions de détermination des sections des conducteurs et le choix des dispositifs de protection permettant de satisfaire aux règles de protection.

15.11 Appareillages à haute tension

15.11.1 Transformateurs HT/HT-EP

Les caractéristiques et la protection des transformateurs doivent être spécialement adaptées aux conditions particulières de fonctionnement de l'installation qu'ils desservent.

Les caractéristiques des transformateurs tiennent compte des conditions de fonctionnement suivantes :

- *Une surintensité très importante se produit pendant quelques périodes lors de la mise sous tension des transformateurs HT-EP/BT.*
- *Lors de leur mise sous tension, les condensateurs de compensation des lampes à décharge provoquent un phénomène semblable à un court-circuit, tant qu'ils ne sont pas chargés.*
- *Lors de leur mise sous tension, les lampes à décharge provoquent momentanément un appel de courant important.*
- *Une surcharge de l'ordre de 1,5 à 2 fois le courant nominal se produit durant 3 à 6 minutes pendant l'allumage de certaines lampes.*
- *Le courant en fonctionnement normal n'est plus sinusoïdal et est très chargé en courants harmoniques d'où une augmentation non négligeable de la valeur efficace du courant déterminé d'après la puissance apparente des lampes.*
- *Le courant absorbé par les lampes varie de façon importante en fonction de la tension réelle d'alimentation.*
- *La puissance réactive capacitive est plus importante que la puissance active. La surintensité résultant de la combinaison des divers paramètres peut atteindre 10 à 20 fois la valeur du courant en fonctionnement normal. Si la puissance du transformateur est égale à la puissance apparente absorbée par l'installation, il est pratiquement mis en court-circuit à chaque mise sous tension alors que la norme NF EN 60076-5 (C 52-176-5) sur les transformateurs ne prévoit ce fonctionnement qu'occasionnellement.*

La puissance assignée d'un transformateur HT/HT-EP doit être au moins égale à la somme des puissances assignées des transformateurs HT-EP/BT alimentés en aval.

Si l'éclairage est réalisé au moyen de lampes à décharge dont le fonctionnement et la durée de vie sont très sensibles à la tension, le transformateur est équipé au primaire de prises de réglage de :

- 2,5 %, 0 %, + 2,5 %, + 5 %, + 7,5 %, + 10 %, pour permettre la meilleure adaptation possible de la tension d'alimentation des lampes à celle du réseau de distribution publique.

Le couplage préférentiel est le couplage triangle-étoile ou, pour les faibles puissances, étoile zigzag.

Le couplage est choisi en tenant compte des risques fréquents de fonctionnement en régime déséquilibré et de la présence de courants harmoniques de rang 3.

Le couplage dépend bien entendu du schéma de distribution mais le couplage étoile-étoile neutre sorti et distribué pour les réseaux intermédiaires monophasés (3,2 kV par exemple) est à proscrire car il n'accepte pas les fonctionnements en régime déséquilibré supérieur à 10 % et il ne permet pas la circulation des courants harmoniques de rang 3. De plus, les tensions phase-neutre qui apparaissent sur les phases saines, en cas de défaut phase-neutre, peuvent être nettement supérieures aux valeurs normales d'où un régime de surcharge dangereux si le défaut n'est pas éliminé rapidement.

15.11.2 Appareillages HT-EP sous enveloppe (cellules)

Les appareillages HT-EP sous enveloppe doivent être conformes à la norme NF EN 62271-200 (C 64-400).

L'installation doit permettre de réaliser la mesure de la résistance d'isolement des canalisations issues du poste de transformation. En ce qui concerne les installations avec appareillage sous armoire, chaque cellule doit être dotée d'un dispositif permettant de mesurer la résistance d'isolement des différents conducteurs actifs du départ correspondant.

15.11.2.1 Appareillages de commande de l'installation à haute tension

La mise en ou hors service de l'installation située en aval du transformateur HT/HT-EP est réalisée globalement ou partiellement. Dans tous les cas, le choix de l'appareillage de commande doit tenir compte du nombre annuel de manœuvres généralement très élevé qu'occasionne le fonctionnement des installations d'éclairage public. La capacité de coupure et de fermeture doit être adaptée aux caractéristiques des réseaux d'alimentation et au fonctionnement très particulier de l'installation (facteur de puissance de valeur faible en fonctionnement normal et en l'absence de compensation de l'énergie réactive).

Les appareils de commande des installations d'éclairage public peuvent avoir à fonctionner souvent jusqu'à 2 000 fois par an. Cela conduit pratiquement à exclure les disjoncteurs ou interrupteurs au profit des contacteurs pour limiter à une valeur admissible la cadence et l'importance des interventions d'entretien.

Lorsque l'installation comporte plusieurs circuits, il est recommandé de décaler la mise sous tension des différents circuits afin de limiter les contraintes subies par le transformateur HT/HT-EP lors de ces mises sous tension.

15.12 Transformateurs HT-EP/BT et boîtes de coupure HT-EP

15.12.1 Transformateurs HT-EP/BT

Les transformateurs HT-EP/BT doivent être conformes à la norme NF C 52-410.

15.12.2 Boîtes de coupure HT-EP

Les boîtes de coupure HT-EP doivent être choisies en tenant compte de la valeur maximale du courant qui les parcourt en service normal.

Il y a également lieu de considérer le courant susceptible de les parcourir dans des conditions anormales, en tenant compte de la durée du passage d'un tel courant en fonction des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de protection.

La réalisation d'une installation en boucle ouverte facilite les coupures nécessaires pour séparer certaines parties afin d'effectuer des recherches de défaut ou des travaux. Cela nécessite la mise en œuvre de boîtes de connexion installées généralement en fosse visitable, ces boîtes permettent également une extension facile des installations.

15.12.3 Accessibilité des matériels électriques

15.12.3.1 Règle générale

Les matériels électriques doivent être disposés de façon à faciliter leur manœuvre, leur visite et leur démontage en vue de leur entretien et de permettre d'accéder à leurs connexions.

Cette exigence ne doit pas être diminuée par le montage des matériels dans une fosse visitable.

15.12.3.2 Transformateurs HT-EP/BT et boîtes de coupure HT-EP

Les dimensions des fosses visitables et la disposition des appareils doivent être telles qu'elles puissent permettre les opérations de vérification d'absence de tension et de mise à la terre et en court-circuit.

Les fosses visitables ont des dimensions permettant d'une part l'implantation aisée des transformateurs HT-EP/BT et des boîtes de coupure HT-EP s'il y a lieu et, d'autre part le passage et les raccordements des câbles HT-EP et des câbles à basse tension tout en respectant leurs rayons minimaux de courbure.

15.12.3.3 Identification et repérage

Le texte de l'article 514 de la norme NF C 13-200 s'applique.

15.13 Exploitation, maintenance

15.13.1 Matériel d'exploitation

Les installations doivent permettre d'effectuer les opérations nécessaires à la consignation des ouvrages.

15.13.2 Fosses visitables

15.13.2.1 Dispositions pour la vérification de l'absence de tension

Des dispositions doivent être prévues pour vérifier l'absence de tension. Elles permettent de vérifier l'absence de tension en tout point où le travail doit être exécuté sur toutes les parties qui étaient précédemment sous tension, sans danger pour les personnes exécutant ce travail. En cas d'impossibilité technique, des dispositifs doivent permettre de procéder à cette vérification au plus près de la zone de travail.

Les canalisations étant équipées d'écran métallique ou de conducteur périphérique, l'accès aux parties actives n'est généralement pas possible au niveau des câbles. Il en résulte que la vérification d'absence de tension ne peut être réalisée qu'au niveau des transformateurs HT-EP/BT, ou au niveau des boîtes de coupure HT-EP :

- soit sur des dispositifs faisant partie intégrante du transformateur et des boîtes d'interconnexion,
- soit sur des boîtiers spéciaux montés sur le câble.

15.13.2.2 Mise à la terre et en court circuit

Des dispositions permettant d'accéder aux parties actives du réseau doivent être prévues pour permettre la mise à la terre et en court-circuit de part et d'autre de tout point où doit être exécuté un travail, sur toutes les parties qui étaient précédemment sous tension, sans danger pour les personnels exécutant ce travail.

Les canalisations étant équipées d'écran métallique ou de conducteur concentrique, l'accès aux parties actives n'est généralement pas possible.

La mise à la terre et en court-circuit au niveau de la partie HT des transformateurs HT-EP/BT et des boîtes d'interconnexion est réalisée :

- soit directement sur ces appareils,
- soit sur un boîtier prévu à cet effet connecté sur le câble.

La réalisation de travaux hors tension sur n'importe quelle partie du réseau HT-EP peut ainsi être encadrée par des mises à la terre :

- soit au niveau du départ et du premier transformateur,
- soit entre deux transformateurs,
- soit entre un transformateur et une boîte d'interconnexion,
- soit au niveau d'un seul transformateur, à l'aide de dispositifs amovibles, de mise à la terre et de mise en court-circuit.

Cette disposition permettra de faire face à tout retour de tension :

- soit par un bouclage sur un autre réseau HT-EP,
- soit par réalimentation au niveau de la basse tension.

15.13.2.3 Affichages et inscriptions

Lorsque les transformateurs ou boîtes de coupure HT-EP sont placés dans une fosse visitable, un obstacle doit être disposé entre le transformateur et la trappe d'accès. Cet obstacle doit être muni des pancartes prévues de la norme NF C 13-200.

- Pancarte d'avertissement et d'interdiction d'accès conforme au modèle suivant :



- Hauteur 200 mm
- Largeur 300 mm

- Panneau triangulaire d'avertissement conforme au modèle suivant, le dessin étant en noir sur fond jaune.



- Dimension de côté 100 mm, 200 mm ou 400 mm

16 Installations de signalisation routière (carrefours à feux)

Les conditions de mise en œuvre des équipements de carrefours à feux sont précisées dans la norme NF C 70-238 (Systèmes de signaux de circulation routière) et le guide P 99-060.

En schéma TT, la protection contre les contacts indirects doit être assurée uniquement par un dispositif différentiel à courant résiduel, situé à l'origine de l'installation, de courant différentiel assigné non inférieur à 300 mA.

La valeur préférentielle de sensibilité est de 300 mA ; celle-ci correspond à une valeur maximale de résistance de la prise de terre de 167

17 Proximité des lignes de traction électrique

La proximité des installations d'éclairage public avec des lignes de traction électrique est évoquée dans les normes ci-dessous :

- NF EN 50122-1 (F74-122-1) *Applications ferroviaires - Installations fixes - Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre.*
- NF EN 50122-2 (F74-122-2) *Applications ferroviaires - Installations fixes - Partie 2: Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu.*
- NF EN 50119 (F42-119) *Applications ferroviaires - Installations fixes - Lignes aériennes de contact pour la traction électrique.*

18 Vérifications et entretien des installations

Pour les réseaux basse tension voir les articles du titre 6 de la norme NF C 15-100.

Pour les réseaux haute tension voir les articles du titre 6 de la norme NF C 13-200.
