

PROTECTION Foudre : EVOLUTION DE LA NORME NF C 17-200 version 2016

La norme NF C17-200 présente des évolutions notables par rapport à sa précédente version de 2007. Le document se veut dorénavant « autoportant » avec le moins possible de références directe à la C15-100 nécessaire à la lecture du texte

Outre la structure du document qui est dorénavant calquée sur celle de la norme C15-100, on notera l'élargissement du domaine d'application qui englobe en complément des applications auparavant couvertes, les installations de signalisation pour le trafic routier, la vidéosurveillance alimentée à partir d'installation extérieure, illumination/mise en valeur d'édifice, les enseignes lumineuses alimentées à partir d'installations extérieures, les coffrets permanents de prise de courant (borne événementielles type marché ou fête foraine) et surtout les installations de recharges de véhicules électriques (IRVE).

La présente note explicite uniquement les nouvelles dispositions relatives à la protection contre la foudre et surtensions ainsi que la mise à la terre des installations d'éclairage public et commente en vue d'une aide à l'interprétation des parties concernées.

A. Définition des besoins de protection foudre/surtension

Dans la précédente version de la norme NF C17-200 les dispositions relatives à la protection foudre se limitaient à prendre en compte le risque d'impact direct sur les candélabres métalliques en exigeant une mise à la terre réalisée en conducteur cuivre nu 25mm² réalisée au pied de chaque mât.

La nouvelle version du texte intègre les besoins de protection des points lumineux y compris en cas de surtension provenant du réseau d'alimentation. Ceci a notamment été rendu nécessaire en raison de la baisse de la tenue aux chocs réelle des équipements d'éclairage public à la faveur de l'arrivée des ballasts électroniques puis des LED.

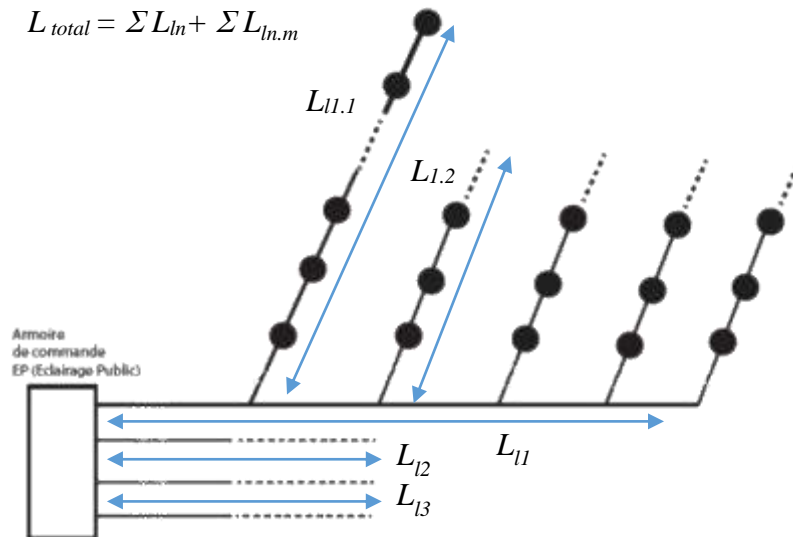
Ainsi la définition des parafoudres est maintenant présente dans le document.

Une méthode d'analyse simplifiée basée sur les principes de la norme NF EN 62305-2 mais adaptée pour ce type d'application et intégrant les valeurs de tenues aux chocs minimales est proposée pour évaluer le besoin de protection surtension (càd installation de parafoudres)

Dans les installations basse tension classiques la tenue aux chocs est en général de catégorie 2 (U_w 2.5kV) pour les équipements. Dans le cas de l'installation fixe (dont les lanternes et les ballasts font a priori partie) cette tenue aux chocs est sensée être de catégorie 3 (U_w 4kV). Beaucoup de lanternes ont une tenue aux chocs déclarée plus de 4kV (ces valeurs sont issues du Tableau 44C de NFC15-100).

La méthode est la suivante :

On calcule la longueur **totale cumulée** (exprimée en m) du réseau d'alimentation depuis l'armoire de commande **jusqu'au dernier matériel** électrique de chaque branche (voir figure ci-dessous)



Les critères sont les suivants en fonction de la tenue aux chocs des équipements considérés :

- 2 500 m / Ng pour les matériels électroniques de catégorie 3 (tenue au CHOC 4 kV) ou supérieure,
- 200 m / Ng pour les matériels électroniques de catégorie 2 (tenue au CHOC 2,5 kV),
- 30 m / Ng pour les matériels électroniques de catégorie 1 (tenue au CHOC 1,5 kV).

Ng : nombre de point de contact de foudre au sol/an/km² (voir UTE C 17-108 ou organismes météorologiques varient de 0.2 dans le Finistère à 4.4 dans les Alpes de haute Provence).

→ Exemple 1 : Lanterne classique avec ballast ferro ou lanterne LED avec tenue aux chocs déclarée 10kV sur 3 circuits de 300m au total (Ll) dans la Drôme (Ng = 3,3)
 ► $L_c = 2500m / Ng = 758m < Ll = 900m$ donc parafoudre obligatoire.

→ Exemple 2 : Lanterne LED avec tenue aux chocs déclarée 2,5kV avec 1 ligne triphasée de 100m débouchant sur 3 circuit de 50m au soit une total de 250m total (Ll) dans le Rhone (Ng = 2,7) ► $L_c = 200m / Ng = 74m > Ll = 250m$ donc parafoudre obligatoire.

Si l'évaluation du risque n'est pas réalisée, l'installation électrique doit être équipée d'une protection contre les surtensions transitoires.

La norme ne précise pas si l'obligation est pour tous les points lumineux du circuit lorsque les parafoudres sont installés dans les pieds de mât, ou simplement sur ceux qui sont plus loin que la longueur Lc. Les surtensions se propageant sur les réseaux

sans distinction, la protection de tous les points lumineux du circuit concerné est recommandée.

La phrase « *Une protection à l'origine de l'installation ne protégera que les équipements de l'armoire.* » figure ensuite. Ceci est partiellement vrai, en effet une surtension provenant du réseau de distribution par le branchement passera par l'armoire et sera écrêtée par les parafoudres s'y trouvant. Des phénomènes de réflexion et/ou résonance sur les circuits sont possibles tel qu'indiqué dans le guide technique CLC/TS61643-12 relatif à la mise en œuvre des parafoudres dans le cas général. Néanmoins dans le cas d'équipements de catégorie 3 (exemple : des lanternes ayant une tenue aux chocs de 4kV ou plus) et avec des parafoudres ayant une tension de protection U_p de 1.5kV, ces surtensions seront fortement atténuées. Reste que si les surtensions sont créées par différence de potentielle de terre à proximité des points lumineux le parafoudre de tête ne sera probablement pas suffisamment efficace.

De plus, en fonction du type d'équipement présent à l'armoire de commande, les surtensions provoquées au niveau des circuits par différence de potentielle de terre peuvent endommager des équipements placés en aval du parafoudre de tête (cas des réducteurs de puissance par exemple).

Si seuls des appareils de distributions fixes (donc catégorie de tenue aux chocs 3 au minimum soit 4kV) sont présents à l'armoire de commande (disjoncteurs, contacteurs minuterie), cette phrase est donc valable mais un peu réductrice quant à l'action des parafoudres.

B. Choix et mise en œuvre des dispositifs de protection

Une fois que le besoin ou non de mettre en place des parafoudres a été défini, les applications de type éclairage public présentent des particularités quant au choix et à la mise en œuvre des parafoudres.

B.1 CHOIX DU PARAFONDRE

Le paragraphe suivant du texte : « Les parafoudres doivent avoir un niveau de protection (U_p) correspondant à la tension de tenue aux chocs des matériels à protéger et aux courants de décharge déterminés lors de l'évaluation du risque acceptable. » mérite une explication

Le critère principal pour le choix du parafoudre est donc bien la tension de protection (Niveau U_p) à choisir en fonction de la tenue aux chocs des équipements à protéger et des éventuelles marges de sécurité nécessaires.

La méthode simplifiée d'évaluation du risque foudre présente dans le document ne débouche pas sur une prescription quant au courant de décharge des parafoudres à mettre en œuvre. Ce type d'information est fournie par la méthode d'évaluation du risque du guide C15-443, qui est en fait une méthode de choix du parafoudre car la valeur I_n du parafoudre va influencer sur la durée de vie du parafoudre pour un même niveau de risque foudre.

B.2 LOCALISATION DU PARAFOUDRE

Une fois les caractéristiques du parafoudre sélectionnées, le texte suggère l'emplacement des parafoudres en fonction du type de mâts (conducteur ou non) et de la classe d'isolation du matériel. Ces éléments étant en couleur bleue dans le texte publié ils n'ont pas de valeur normative.

Tableau 53B – Choix et situation du PARAFOUDRE

	Support	Classe d'isolation	MODE DIFFERENTIEL	MODE COMMUN
<i>Réseau aérien ou sur façade</i>	<i>Isolant</i>	<i>CLASSE I</i>	<i>Aucune exigence</i>	<i>MATERIEL ELECTRIQUE</i>
	<i>conducteur</i>			
	<i>Isolant</i>	<i>CLASSE II</i>	<i>MATERIEL ELECTRIQUE OU COFFRET DE RACCORDEMENT</i>	<i>Aucune exigence</i>
	<i>Conducteur</i>			
<i>Réseau souterrain</i>	<i>Isolant</i>	<i>CLASSE I</i>	<i>Aucune exigence</i>	<i>MATERIEL ELECTRIQUE</i>
	<i>Conducteur</i>			<i>MATERIEL ELECTRIQUE OU COFFRET DE RACCORDEMENT</i>
	<i>Isolant</i>	<i>CLASSE II</i>	<i>Aucune exigence</i>	<i>Aucune exigence</i>
	<i>Conducteur</i>			<i>COFFRET DE RACCORDEMENT</i>

Ainsi, pour du matériel classe II en réseau enterré et support métallique (cas fréquent en EP) les parafoudres sont recommandés au niveau du « coffret de raccordement ». Le coffret de raccordement a une définition peu claire et il peut être interprété comme l'armoire de commande ou le pied de mât. La mention « matériel électrique » peut être interprétée comme la lanterne elle-même ou le candélabre dans son ensemble.

La protection efficace nécessitant d'installer le parafoudre à proximité de l'équipement, pour la protection des lanternes, ballast et drivers, c'est en général au niveau des pieds de mâts que doivent être installés les parafoudres pour s'assurer du minimum d'efficacité pour la protection des points lumineux.

Si des automates ou des équipements de gestion de lumière sont présents au niveau de l'armoire de commande, une protection parafoudre connectée au niveau l'armoire de commande est recommandée.

Dans le cas de mât conducteur, et d'une installation en classe II alimentée en réseau sous-terrain si la protection est effectuée à l'armoire de commande, seuls les circuits aval seront en classe II et la protection au niveau des points lumineux ne pourra inclure de liaisons à la terre des éventuels parafoudres placés dans les pieds de mats ou les lanterne, sauf à passer en classe I.

B.3 PARAFOUDRES ET INSTALLATIONS EN CLASSE II

L'interaction entre le caractère classe II (double isolation) d'une installation EP et la présence de parafoudre est ensuite détaillée dans la figure 53E de la norme (voir ci-après).

Les parafoudres intégrés dans des équipements ou installations en classe II ne peuvent être raccordés à la terre. La protection assurée n'est donc effective qu'en mode différentiel et c'est un point important pour les lanternes LED. En effet, le corps de ces lanternes est généralement utilisé comme dissipateur pour les LED, il y a donc un couplage thermique entre les composants actifs en aval du driver et la masse du mât qui est mise à la terre mais également un couplage capacitif qui peut créer une surcharge de courant dans le circuit des LED quand des surtensions se propagent sur le réseau EP.

Les surtensions de foudre étant principalement générées en mode commun, la protection surtension est donc partielle car l'isolement entre la masse du circuit des LED et la masse de la lanterne n'est pas protégé. (voir description de mode commun et mode différentiel en annexe).

Des lanternes peuvent intégrer des parafoudres au niveau de la boîte de connexion, si l'installation électrique est classe II, la connexion à la terre du parafoudre n'est donc pas autorisée. Pour une protection surtensions efficace, le passage en classe I peut être envisagé si une protection plus efficace est souhaitée. Sinon il convient d'utiliser des parafoudres classiques sans connecter la terre ou des parafoudres n'ayant pas de borne de terre.

NB : l'appellation « parafoudre de classe II » est source de confusion. Parfois ce sont des parafoudres de type 2 donc ayant subi des essais de classe II suivant la norme produit NFEN61643-11. Dans les bâtiments équipés de paratonnerre ce vocable est parfois utilisé pour désigner des parafoudres de type 1 adaptés à une protection foudre de niveau II (ou de classe II) suivant la norme NFEN62305-2, il s'agit bien de cas très différents.

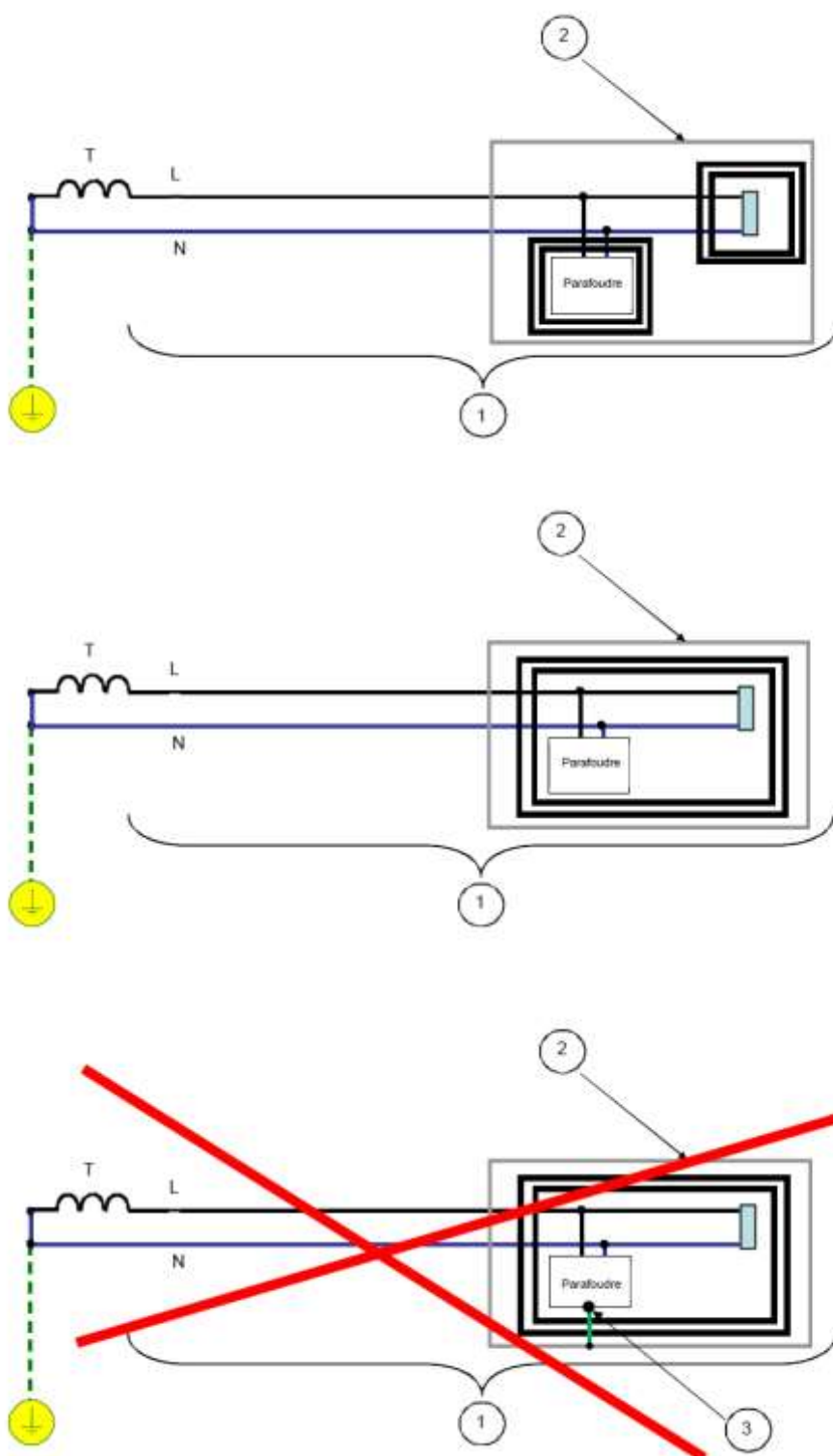
La figure 53E représente le cas des candélabre d'éclairage public :

En partie haute, un exemple qui peut être vu comme un parafoudre dans un coffret de pied de mât permettant de justifier d'une isolation supplémentaire avec en haut du mât métallique une lanterne de classe II. L'installation étant de classe II car le parafoudre ne dispose pas de liaison à la terre mais la protection contre les surtensions en mode commun n'est pas assurée.

En partie intermédiaire, un autre exemple qui peut être vu comme un parafoudre dans le compartiment d'équipement électrique d'une lanterne de classe II. L'installation étant de classe II car le parafoudre ne dispose pas de liaison à la terre. L'installation étant de classe II car le parafoudre ne dispose pas de liaison à la terre et est dans une enveloppe permettant de justifier de la classe II.

En partie basse, un exemple qui peut être vu comme un parafoudre dans un coffret de pied de mât avec en haut du mât métallique une lanterne de classe II. L'installation ne peut plus être de classe II car le parafoudre est raccordé à la terre mais la protection contre les surtensions en mode commun est assurée.

Mise en place d'un PARAFOUDRE dans un LUMINAIRE de CLASSE II :



Avec :

- 1 : Matériel électrique de CLASSE II
- 2 : ENVELOPPE conductrice
- 3 : Liaison entre le CONDUCTEUR DE PROTECTION et le PARAFOUDRE

Figure 53E – PARAFOUDRE en MODE DIFFERENTIEL dans un LUMINAIRE de CLASSE II

B.4 MISE EN ŒUVRE / RACCORDEMENT

Il est précisé ensuite : « Les parafoudres sont placés immédiatement en aval du dispositif de sectionnement. » cette phrase mérite d'être complétée

Les parafoudres ont besoin d'un déconnecteur associé contre les courts-circuits (s'il n'est pas intégré dans le parafoudre), ce déconnecteur est en général un jeu de fusible ou un disjoncteur. Dans l'armoire de commande et suivant les règles de la C15-100 actuelle, le disjoncteur principal pourrait remplir ce rôle à condition que ses caractéristiques (calibre et courbe) soient compatibles avec les prescriptions du fabricant de parafoudre, à défaut un déconnecteur associé supplémentaire doit être mis en place.

Ce déconnecteur associé supplémentaire peut en outre permettre d'avoir une continuité de l'alimentation des circuits après la fin de vie du parafoudre en fonction de la sélectivité entre le déconnecteur associé au parafoudre et le disjoncteur placé en amont.

Au niveau des mâts, cela implique la mise en place des parafoudres au pied du mât là où se trouve le coupe-circuit porte-fusible assurant cette fonction de sectionnement. Dans ce cas c'est en général le fusible de protection du point lumineux qui assure la fonction de déconnecteur associé au parafoudre.

Ainsi, les cas suivants peuvent être identifiés :

A l'armoire de commande :

- Branchement avec DB Diff 500mA type S ► Si le parafoudre est installé en aval du DB diff avec un déconnecteur associé non-diff ou diff type S également, l'installation est sécurisée mais il existe un risque de disjonction en fin de vie du parafoudre. Si le disjoncteur de branchement n'est pas de type S, le risque de disjonction est accru.
- Branchement avec DB Diff 500mA type S ► Si le parafoudre est installé en aval du DB diff avec un déconnecteur associé différentiel instantané (non-sélectif) l'installation est sécurisée et la continuité de l'alimentation sera assurée en fin de vie du parafoudre (la protection surtension sera par contre déconnectée).
- Branchement avec DB non-Diff ► Si le parafoudre est installé en aval du DB avec un déconnecteur associé différentiel (Sélectif ou non) l'installation est sécurisée et la continuité de l'alimentation sera assurée en fin de vie du parafoudre (la protection surtension sera par contre déconnectée).
- Branchement avec DB non-Diff ► Si le parafoudre est installé en aval du DB diff avec un déconnecteur associé non-diff l'installation n'est pas correctement protégée contre les contacts indirects à l'origine du parafoudre, d'autres mesures peuvent permettre cette situation (classe II) mais cela empêche la connexion à la terre du parafoudre et donc son fonctionnement correct.

En pied de mât :

La protection du point lumineux a en général un calibre inférieur au calibre maximum du déconnecteur associé au parafoudre et peut être utilisée comme déconnecteur associé, il y a en général coupure de l'alimentation du point lumineux en cas de fin de vie en court-circuit du parafoudre. Cette coupure peut également se produire en cas de fin de vie par emballement thermique avec certains modèles de parafoudres connectés en série sur l'alimentation et dont le déconnecteur thermique sert également à couper l'alimentation des équipements connectés en aval.

Il est rappelé que la mise en œuvre des parafoudres nécessite également de limiter au maximum les longueurs de connexion en citant la règle des 50cm. Cette règle est explicitée dans le guide C15-443. Il est utile de préciser que cette règle dépend de la tenue aux chocs des équipements et du niveau de protection des parafoudres et a été exprimée dans le cadre des installations intérieures (NFC15-100) pour lesquelles la tenue aux chocs des équipements est supposée être de catégorie 2 voire 1 (2.5kV voire 1.5kV) à une époque où les parafoudres avaient une tension de protection généralement plus haute (1.5 à 2.5kV).

Bien que la limitation des longueurs de connexion soit toujours utile, quand des parafoudres ayant une tension U_p de 1.5kV ou moins sont employés, l'installation peut être conforme malgré une longueur supérieure à 0.5m (voir la note technique ADEE electronic relative à la règle des 50cm).

C. Mises à la terre

Concernant les mises à la terre il est rappelé que toutes les terres d'une installation doivent être interconnectées (terre des masses, terre fonctionnelle et le cas échéant terre paratonnerre).

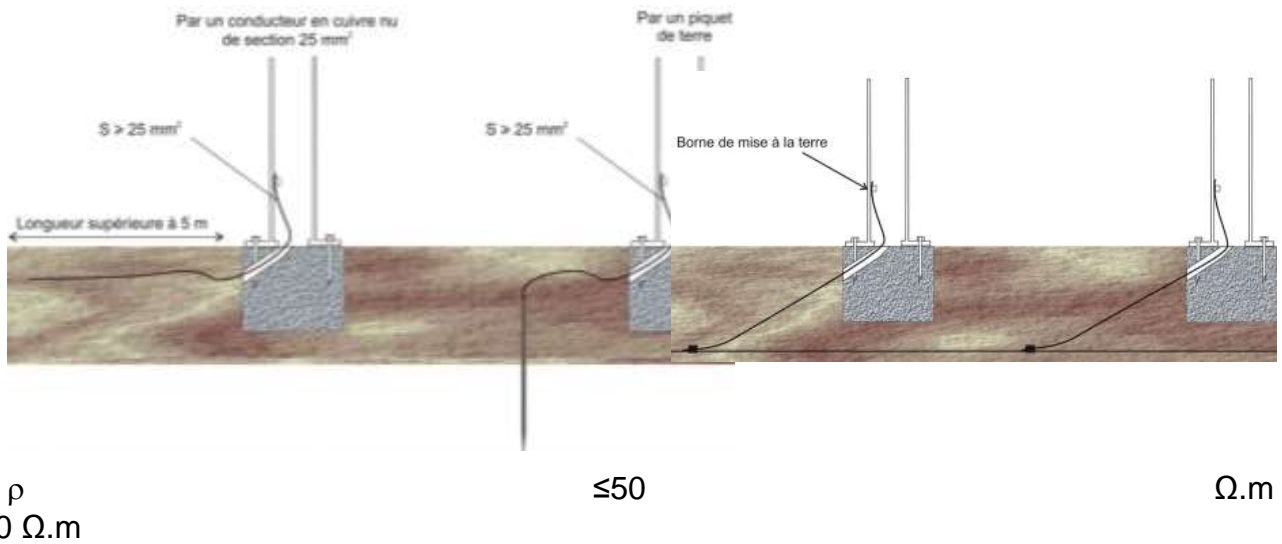
Une précision supplémentaire apportée dans le texte : les masses simultanément accessibles (càd distantes de moins de 2.5m) doivent être raccordées à la même prise de terre. Cela semble être redondant avec la phrase précédente mais permet de clarifier les choses.

C.1 CAS DES RESEAU AERIENS

La présence d'un conducteur de protection est généralement exigée sauf dans le cas de circuit classe II alimentant exclusivement des luminaires classe II. En ce qui concerne la protection foudre, dans ce type de configuration seule une protection en mode différentiel et possible (voir description de mode commun et mode différentiel en annexe).

En outre lorsque des supports/mâts sont conducteurs et sont « susceptibles d'écouler le courant de foudre », il est indiqué qu'une prise de terre doit être réalisée pour chaque support et que celle-ci doit avoir une valeur inférieure à 10 Ohms, et ce avec une référence à la norme NFEN62305-3 tout en indiquant que la section minimale des électrodes est 25mm² pour du cuivre ce qui est inférieur à la section habituellement employée pour les conducteurs de terre paratonnerre mais peut être techniquement suffisant dans la grande majorité des cas. Le caractère « susceptible d'écouler le courant de foudre » n'est pas clairement défini. Ce cas peut être interprété comme le cas des zones exposées à la foudre (AQ2/AQ3 suivant NFC15-100 ou $N_g > 2.5$), cela étant c'est une simplification car les valeurs de N_g pour la définition des zones AQ2/AQ3 sont des moyennes départementales.

On peut imaginer que le normalisateur a voulu attirer l'attention sur le fait qu'un circuit d'éclairage routier implanté sur une crête par exemple peut capter la foudre directement et qu'à défaut de mettre en place un paratonnerre sur chaque candélabre, s'assurer d'une mise à la terre suffisante permet de limiter les éventuels dégâts. Il est possible d'interroger un service de télédétection tel que Météorage pour connaître les statistiques locales de foudroiement et mieux évaluer cette susceptibilité.



Configurations de mise à la terre des candélabres métalliques.

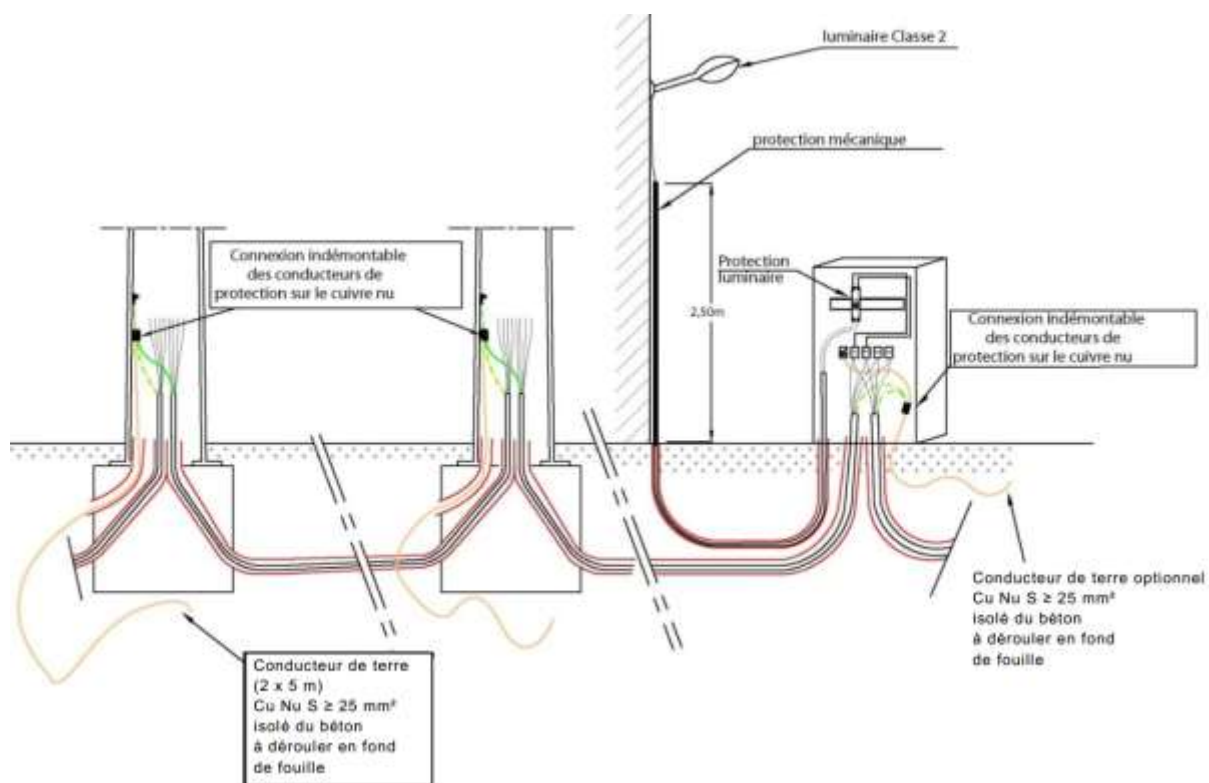
Le critère de $N_g > 2.5$ est par ailleurs utilisé pour

Pour les candélabres équipés de paratonnerres, la norme NFEN62305-3 ou la norme NFC17-102 doivent être appliquées.

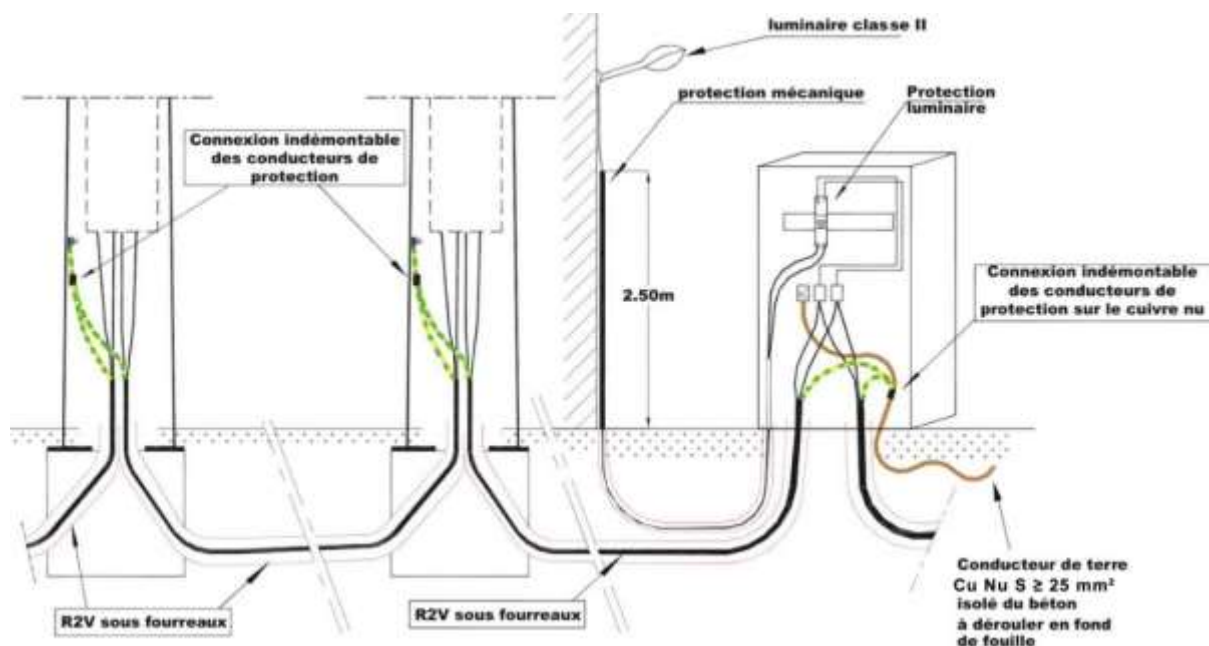
C.2 RELATION MISES A LA TERRE / PROTECTION Foudre ET SURTENSION

Dans tous les cas, les candélabres métalliques doivent être mis à la terre et interconnectés quelle que soit la classe d'isolation des équipements. Cette mise à la terre peut être considérée réalisée par l'interconnexion des conducteurs de protection du câble d'alimentation associé à la prise de terre du coffret de raccordement suivant la densité de foudroiement.

Lorsque la densité de foudroiement est $N_g > 2,5$, une prise de terre doit être mise en place pour chaque mât soit par une électrode de 5m linéaire pour chaque mât (câblette 25mm² par exemple) ou par piquet de terre. L'utilisation d'un conducteur cuivre nu interconnectant les mâts est également possible. Ce conducteur doit évidemment être en contact avec la terre (hors gaine) sur la majeure partie de sa longueur ou connecté à une électrode de terre.



Mise à la terre et Interconnexion pour une installation avec $N_g > 2.5$ en réseau enterré.



Mise à la terre et Interconnexion pour une installation avec $N_g \leq 2.5$ en réseau enterré.

D. Surtension industrielle / rupture de neutre / connexion-déconnexion sous tension.

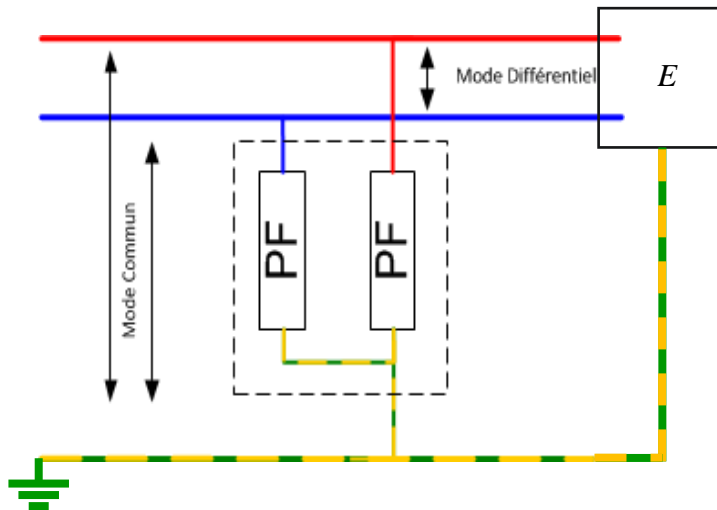
Un paragraphe de la nouvelle version porte sur les surtensions à fréquence industrielles. Ces surtensions sont provoquées généralement par une mauvaise connexion (rupture de neutre ou branchement sous tension de phase en premier). Dans ce type de cas la tension phase neutre peut être portée temporairement à la tension composée soit 400V au lieu de 230V.

Les parafoudres n'ont en général pas d'action sur ce type d'événement car ils sont conçus pour résister ou éviter leur propre détérioration lors de ce type d'événement par une déconnexion sécurisée. Il existe des équipements dédiés (relais de protection) qui permettent de résoudre ce type de problématique mais ce ne sont pas des parafoudres.

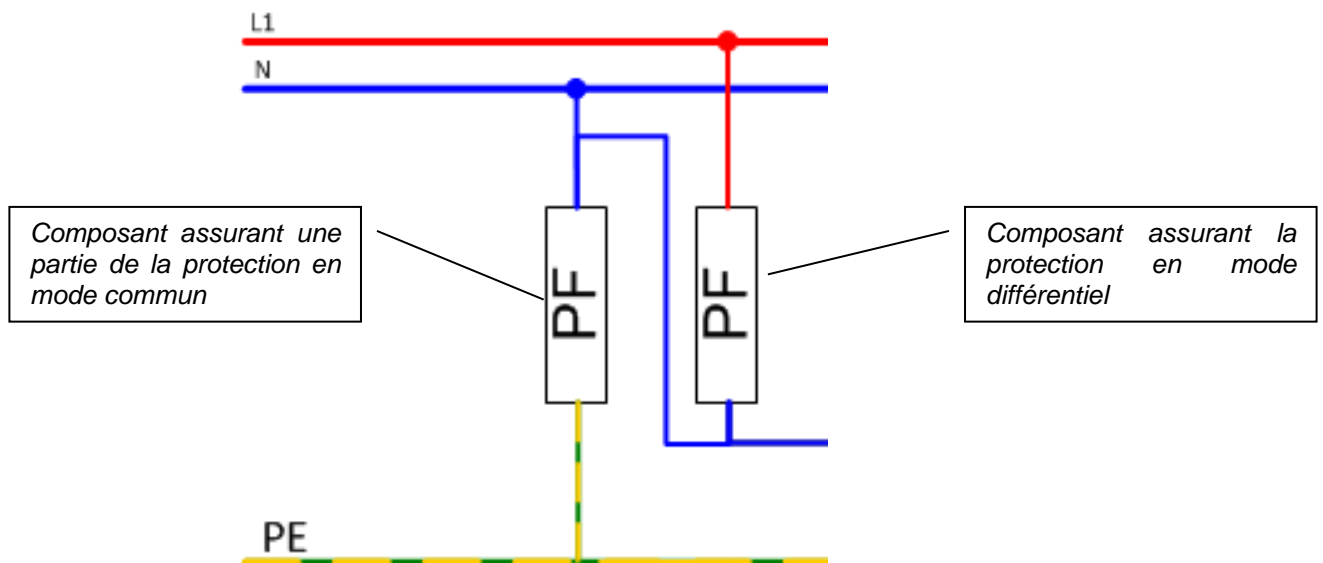
E. Annexes

Illustration des modes de protection des parafoudres pour un parafoudre monophasé

- mode différentiel
- mode commun



Mode de connexion interne de type C2 des parafoudres couramment employés.



En l'absence de connexion à la terre, la protection en mode différentiel reste effective.