



**BUREAU  
VERITAS**

**BUREAU VERITAS EXPLOITATION**

12 Rue Michel Labrousse

31047 TOULOUSE

Téléphone : 09 69 39 10 09

Mail : pierre-emmanuel.dubernet@bureauveritas.fr

**A l'attention de M. Desmond**

Caserne Joffre Perpignan

Rue Jean Vielledent

66000 PERPIGNAN

Rapport mis à disposition sur le site BVLink

<https://bvlink.bureauveritas.com>

Mail : melanie.desmond@intradef.gouv.fr

## **ETUDE TECHNIQUE DE CONCEPTION Foudre**

**Client : Bâtiment 18 Caserne Joffre**

Intervention du 22/12/2023

**Lieu d'intervention : Bâtiment 18**

Caserne Joffre Perpignan

Rue Jean Vielledent

66000 PERPIGNAN

Numéro d'affaire : 8677217

Référence du rapport : 8677217\_295.1.R

Rédigé le : 22/12/2023

Par : Pierre-Emmanuel DUBERNET

Ce rapport contient 35 pages avec ses annexes

<b>1 Synthèse des travaux à réaliser .....</b>	<b>4</b>
1.1 Rappel sur les installations existantes.....	4
1.2 Travaux découlant de l'étude de conception foudre .....	4
1.2.1 Structure Bâtiment 18.....	5
1.3 Mesures de détection et prévention.....	5
1.4 Démarches à entreprendre à l'issue de l'étude de conception .....	6
<b>2 Préambule .....</b>	<b>7</b>
2.1 Références réglementaires et normatives .....	8
2.2 Déroulement de l'étude de conception .....	9
2.3 Principes sur les mesures de protection.....	10
2.3.1 Le système de protection foudre.....	10
2.3.1.1 Le dispositif passif .....	10
2.3.1.2 Le dispositif actif.....	11
2.3.1.3 Notions sur les zones de protection foudre.....	11
2.3.2 Les mesures de protection contre l'IEMF.....	11
2.3.2.1 Mises à la terre et équipotentialité des installations métalliques intérieures .....	11
2.3.2.2 Ecrans magnétiques.....	12
2.3.2.3 Cheminement des lignes internes .....	12
2.3.2.4 Parafoudres coordonnés .....	13
2.3.2.5 Interfaces d'isolement.....	13
2.4 Cadre de la mission.....	14
2.5 Limites de l'étude de conception .....	14
2.6 Personne(s) rencontrée(s).....	14
<b>3 Documents présentés .....</b>	<b>15</b>
<b>4 Prescriptions de l'analyse du risque foudre .....</b>	<b>16</b>
4.1 Mesures de protection à mettre en œuvre selon l'ARF .....	16
4.2 Mesures et dispositifs de prévention à mettre en œuvre selon l'ARF.....	16
<b>5 Fiche 1 – Dispositions applicables à la structure Bâtiment18.....</b>	<b>17</b>
5.1 Données provenant de l'ARF .....	17
5.2 Système de protection foudre - Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) .....	18
5.2.1 Dispositifs de protection existants.....	18
5.2.1.1 Parafoudres en place sur l'installation .....	18
5.2.1.2 Réseau de terre générale et liaisons équipotentielle des canalisations conductrices entrantes.....	18
5.2.2 Travaux à réaliser dans le cadre des installations intérieures de protection foudre .....	19
5.2.2.1 Equipotentialité foudre des réseaux conducteurs entrants .....	19
5.2.2.2 Equipotentialité foudre des lignes entrantes dans la structure.....	19
5.2.2.3 Prescriptions générales sur la mise en œuvre des parafoudres.....	20
5.2.2.4 Protection des installations des circuits de puissance (courants forts CFO) .....	20
5.2.2.4.1 Description de la distribution basse tension.....	20
5.2.2.4.2 Evaluation des courants de décharge.....	21
5.2.2.4.3 Travaux à réaliser sur la protection des réseaux entrants dans la structure .....	23
5.2.2.5 Protection des installations de communication (courants faibles CFA) .....	24
5.3 Mesures de protection contre l'IEMF (MPF) .....	24
5.3.1 Mises à la terre et équipotentialité des installations métalliques intérieures .....	24
5.3.2 Ecrans magnétiques .....	24
5.3.3 Cheminement des lignes internes.....	25
5.3.4 Interfaces d'isolement.....	25
5.4 Mesures de détection et de prévention.....	25
5.4.1 Détection à l'aide d'outils spécifiques .....	25
5.4.2 Détection humaine.....	25
5.4.3 Mesures de prévention à mettre en œuvre .....	26

## Sommaire

5.5	Cahier des charges des travaux à réaliser .....	27
<b>6</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>28</b>

### HISTORIQUE DU RAPPORT

Numéro de rapport - Version	Date	Commentaires
8677217_295.1.R	22/12/2023	Original

## 1 Synthèse des travaux à réaliser

### 1.1 Rappel sur les installations existantes

Le bâtiment est en projet de rénovation et n'a actuellement aucune protection.

### 1.2 Travaux découlant de l'étude de conception foudre

Il appartient à l'installateur, de démontrer qu'il répond aux exigences normatives prises en référence pour l'ensemble des composants du système de protection foudre qu'il installe, et donc :

- Qu'il utilise des composants et matériels certifiés ;
- Que les installations qui ne pourront plus être accessibles à la mise en service (par exemple prise de terre foudre, conducteur de descente encastré, ferrailage de charpente béton, etc.) ont fait l'objet d'un dossier détaillé permettant d'attester de leur conformité (PV, photographies, certificat de fabrication, etc.).

Les solutions proposées dans cette étude sont destinées à atteindre le niveau de protection fixé par l'ARF. L'installateur pourra proposer à Bureau Veritas Exploitation d'autres solutions techniquement adaptées, voire des modifications sur l'emplacement des installations extérieures de protection foudre en fonction des contraintes rencontrées sur le site. Ces modifications devront être soumises à l'approbation de Bureau Veritas Exploitation et une mission complémentaire pourra être proposée pour une mise à jour de l'étude et des modalités de maintenance et de vérification.

En complément aux synthèses proposées ci-après, il est indispensable de se référer aux détails techniques des travaux à réaliser et qui sont donnés dans les fiches structures.

L'installateur devra **fournir un DOE** donnant des précisions quant au matériel installé et installations réalisées.

## 1.2.1 Structure Bâtiment 18.

Fiche 1: Structure Bâtiment 18	
Synthèses des travaux préconisés	
Système de protection foudre <b>SPF</b> Installation extérieure	Structure non concernée et absence de travaux à réaliser à ce titre.
Système de protection foudre <b>SPF</b> Installation intérieure	Cette installation est destinée à réduire les défaillances permanentes des réseaux internes (courants fort et courant faibles) et des équipements suite aux risques de surtensions liés aux chocs conduits ou induits.  Elle est à assurer par la mise en place d'un parafoudre au TGBT.
<b>Liaisons équipotentielles</b> Réseaux conducteurs entrants	Ces liaisons ont pour but de limiter la propagation d'un potentiel venant de l'extérieur de la structure ou de limiter le risque d'étincelage entre installations métalliques.  Afin d'éliminer le risque de propagation d'un potentiel venant de l'extérieur et d'endommager la structure, les <b>canalisations métalliques entrantes devront être reliées au réseau de terre</b> du site dès leur pénétration dans la structure et par le cheminement le plus court au niveau du sol.  Canalisation d'eau.
Matériels concernant la <b>sécurité</b> à protéger	Absence de travaux à réaliser à ce titre.
Mesures de protection contre l'IEMF <b>MPF</b>	L'application de ces mesures est destinée à réduire des chocs induits engendrés par l'impulsion électromagnétique foudre sur les installations internes.  Absence de travaux à réaliser à ce titre.
<b>Autres dispositions</b>	Un <b>dossier technique des ouvrages exécutés (DOE)</b> doit être établi à l'issue des travaux et sera à minima constitué de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des fiches techniques de chacun des composants du SPF intérieur précisant leur caractéristiques et conformité aux normes pour chacun de ceux-ci ;</li> <li>- Les notices de fonctionnement et de maintenance du matériel ;</li> </ul> En période orageuse, les <b>mesures de prévention</b> suivantes sont à mettre en œuvre et doivent interdire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous travaux en toiture des bâtiments ;</li> <li>- De réaliser des interventions sur les réseaux courants forts et courants faibles ;</li> </ul>

## 1.3 Mesures de détection et prévention

Aucune procédure d'alerte orageuse n'est à mettre en place.

### 1.4 Démarches à entreprendre à l'issue de l'étude de conception

Il convient d'effectuer des **inspections des installations de protection contre la foudre** par un organisme spécialiste de la protection foudre tel Bureau Veritas et selon les prescriptions suivantes :

- **Initialement** après l'installation d'un système de protection foudre SPF ;
- **Périodiquement** avec des intervalles déterminés en fonction de la nature de la structure à protéger et de la classe du SPF ;
- **Après** des modifications, ou de réparations ou lorsqu'il est notoire que la structure a été frappée par la foudre.

Puis une vérification visuelle et une vérification complète sont à faire réaliser alternativement.

## 2 Préambule

Les impacts de foudre sur ou à proximité des structures ou des lignes connectées aux structures sont dangereux pour les personnes, les structures elles-mêmes, leur contenu, les installations et les lignes électriques ou de signal à l'intérieur de la structure. C'est pourquoi les mesures de protection contre la foudre sont essentielles afin de prévenir des risques d'incendie, d'explosions ou de dysfonctionnements dangereux.

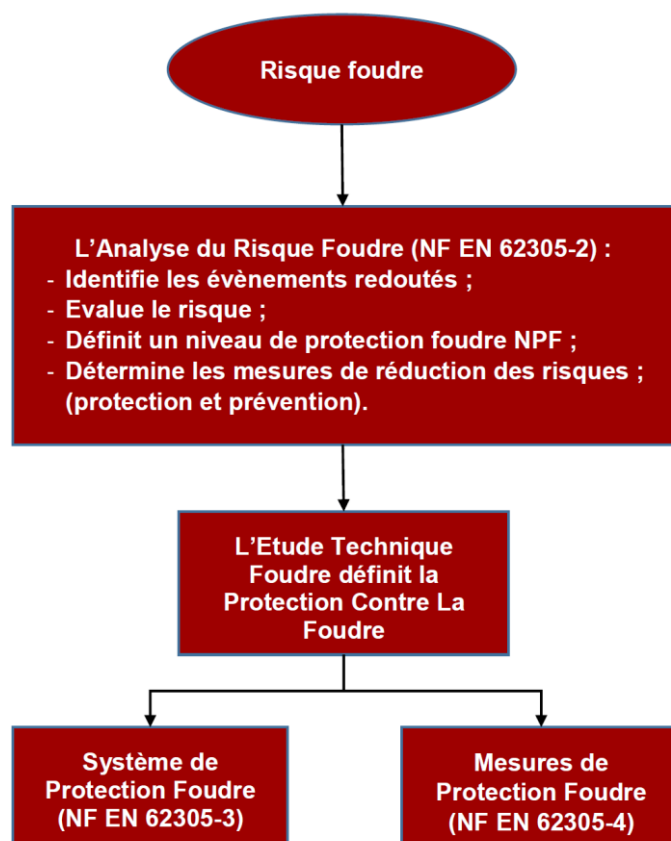
La **protection contre la foudre** (PCLF) est une installation utilisée pour réduire les risques sur les structures et/ou sur les réseaux contre les effets de la foudre.

Elle comprend :

- Un **Système de Protection Foudre** (SPF) utilisé pour réduire les dangers des dommages physiques du coup de foudre sur une structure. Il comporte :
  - une Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) ;
  - une Installation Intérieure de Protection Foudre (IIPF).
- Des **Mesures de Protection contre l'impulsion électromagnétique de Foudre** (MPF) qui visent à réduire le risque de défaillance des réseaux internes due à l'impulsion électromagnétique de foudre (IEMF).

Il convient que le besoin en matière de protection, de bénéfices économiques de la mise en œuvre des mesures de protection appropriées et du choix de ces mesures soient déterminés en termes d'évaluation des risques.

L'**analyse du risque foudre** (ARF) est une méthode d'évaluation des risques qui conclut à déterminer un **Niveau de Protection Foudre** (NPF). Le chiffre associé à ce NPF est relatif à la probabilité que les valeurs minimales et maximales associées à la foudre ne soient pas dépassées.



Les incidents liés à la foudre peuvent être particulièrement conséquents tant en ce qui concerne les individus que les structures.

La généralisation des équipements électriques, électroniques et informatiques sensibles impose d'étudier avec soin les conséquences des surtensions créées par la foudre et qui ont pour origine :

- Les impacts qui frappent les lignes aériennes de transport d'énergie et de télécommunications : ces coups de foudre génèrent des surtensions qui sont véhiculées jusqu'aux appareils connectés sur ces lignes ;
- Les remontées de potentiel de terre : la foudre au sol provoque une montée en potentiel de la terre induisant des surtensions sur les câbles souterrains, y compris sur les prises de terre ;
- Le rayonnement électromagnétique : le champ électromagnétique rayonné par un coup de foudre induit des tensions et des courants sur les équipements et les lignes. Leurs valeurs dépendent de la proximité de l'impact par rapport aux matériels à protéger et des caractéristiques de ceux-ci.

Pour les installations concernées par **l'étude de conception foudre**, la protection décrite vise à :

- Protéger la structure en utilisant dans la mesure du possible les **capacités naturelles** de celle-ci, les **dispositifs déjà mis en place** et en ajoutant des **dispositifs spécifiques** ;
- **Protéger les équipements** considérés comme importants pour la sécurité ;
- **Protéger l'alimentation générale** des bâtiments équipés d'une installation extérieure de protection foudre conformément aux préconisations des normes NF EN 62305-3, NF EN 62305-4 et du guide UTE-C15-443 ;
- **Limitier les surtensions sur les lignes et canalisations conductrices** provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements sur le bâtiment, réseaux électriques, téléphoniques, réseaux de fluides...).

Cette protection concerne à la fois les réseaux de puissance (dits aussi courants forts « CFO ») et les réseaux de communication (dits aussi courants faibles « CFA »).

Enfin, il convient de rappeler que la mise en œuvre de moyens de protection contre la foudre ne peut garantir une protection absolue car la foudre est un phénomène naturel hautement aléatoire.

### 2.1 Références réglementaires et normatives

Les normes données ci-dessous imposent que les installations et dispositifs de protections contre la foudre installés répondent aux exigences de celles-ci.

Norme NF EN 62305-1 : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux (Novembre 2013).

Norme NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation des risques (Décembre 2012).

Norme NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains (Décembre 2012).

Norme NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre - Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures (Décembre 2012).

Norme NF EN 61643-11 : Dispositifs de protection contre les surtensions connectées aux réseaux de distribution basse tension : Partie 1 : Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.

Norme NF EN 61643-21 : Parafoudres basse tension – Partie 21 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais.

Normes NF EN 62561 : Relatives aux composants utilisés dans les systèmes de protection contre la foudre (SPF) (partie 1 à 6).

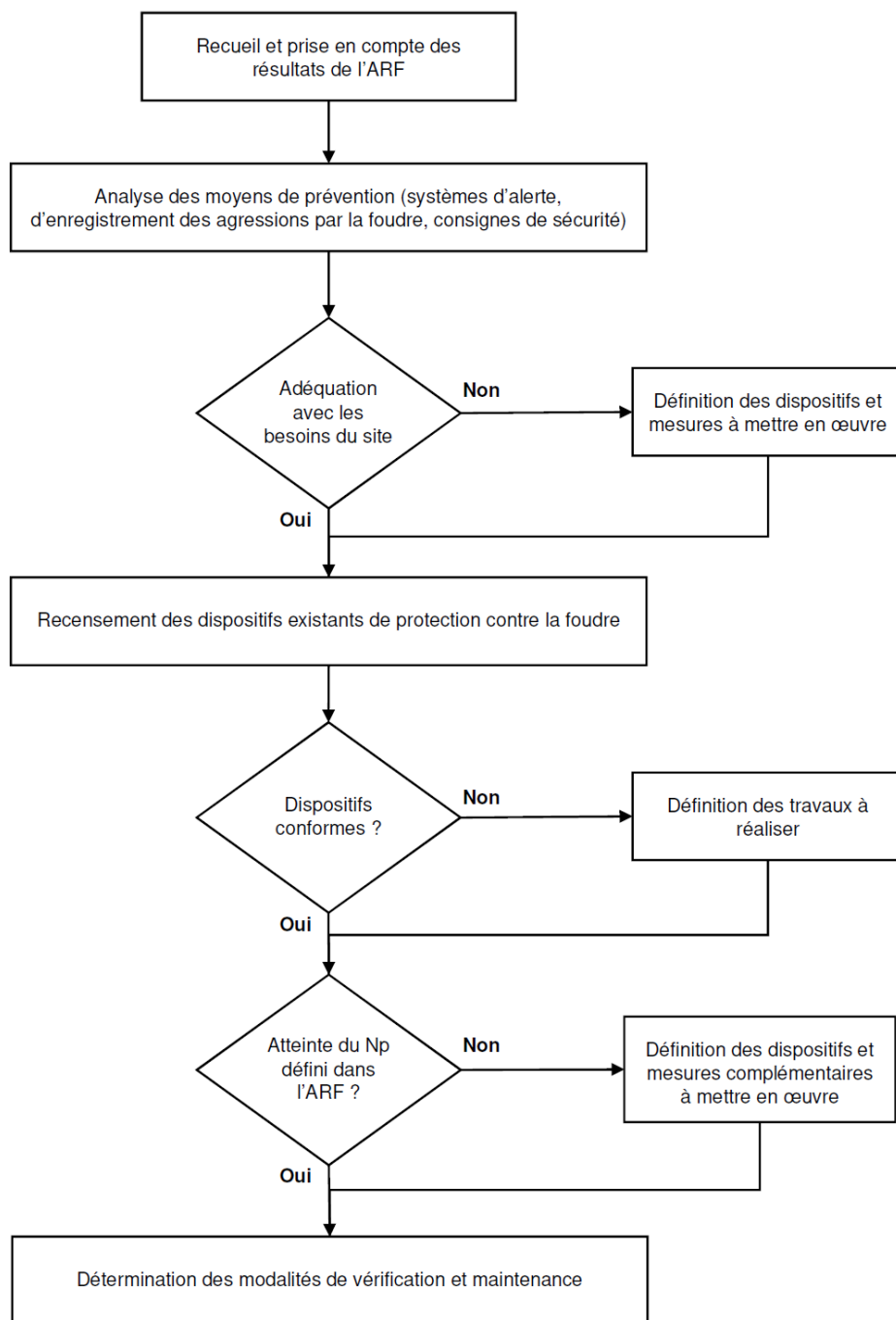
Norme NF C 17-102 : Protection contre la foudre - Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

Guide UTE C 15-443, § 7 et 8 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installations des parafoudres (Août 2004).



## 2.2 Déroulement de l'étude de conception

Pour chaque structure dont l'ARF a défini un besoin de protection, une étude de principe permettant de définir un Système de Protection Foudre (SPF) efficace et homogène est réalisée selon ce qui suit :



Une étude de conception de la protection foudre efficace et homogène consiste à définir :

- Le Système de Protection Foudre (SPF) ;
- Les Mesures de Protection contre l'impulsion électromagnétique Foudre (MPF)
- Les mesures et moyens de prévention ;
- Les modalités de maintien en état des installations.

## 2.3 Principes sur les mesures de protection

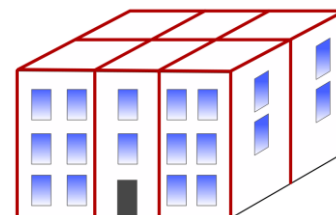
### 2.3.1 Le système de protection foudre

Des mesures de protection sont prises pour réduire le risque conformément au type de dommage. En ce qui concerne les dommages physiques, le système de protection foudre, selon les dispositifs de capture choisis, est basé sur les principes qui suivent.

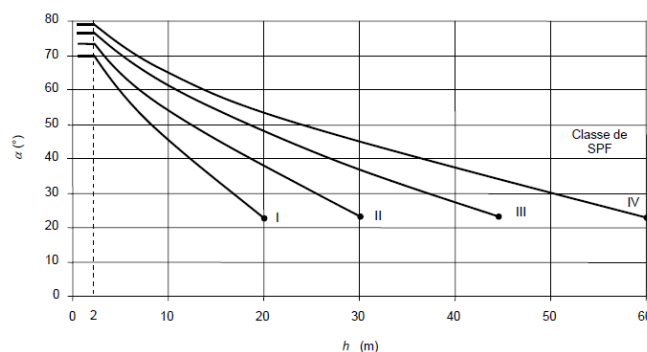
#### 2.3.1.1 Le dispositif passif

Le dispositif passif est un dispositif qui ne provoque pas le foudroiement mais consiste à mettre en place, sur la toiture du bâtiment ainsi que sur les façades, des dispositifs de capture et d'écoulement du courant de foudre jusqu'à la terre.

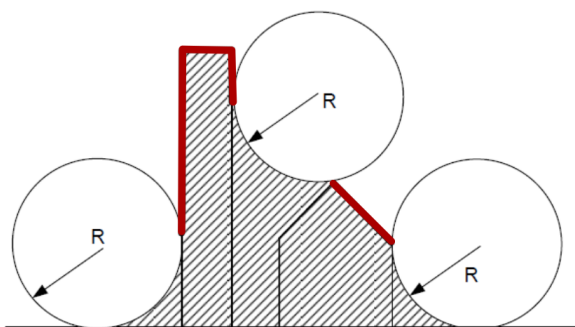
Selon la norme NF EN 62305-1, les paramètres suivants sont utilisés pour définir l'emplacement des dispositifs de capture (cages maillées, tiges simples, fils tendus) et notamment la zone de protection contre la foudre ZPF<sub>0B</sub> :



Niveau de protection défini	Rayon sphère fictive (m)	Taille mailles (m)	Espace entre conducteurs de descente (m)	Courant crête maximal (kA)
I	20	5X5	10	200
II	30	10X10	10	150
III	45	15X15	15	100
IV	60	20X20	20	100

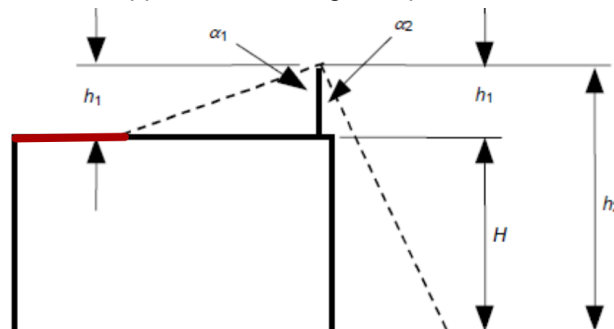


Application de la méthode de la sphère fictive



L'emplacement du dispositif de capture est approprié si aucun point de la structure à protéger ne vient en contact avec la sphère fictive de rayon R

Application de l'angle de protection



Le volume protégé a la forme d'un cône circulaire ayant pour axe la tige de capture et pour demi-angle la valeur  $\alpha$

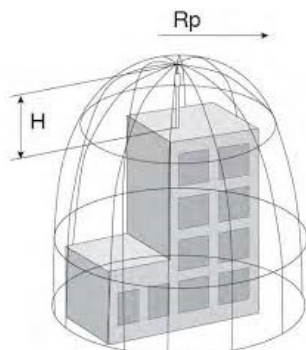


Surface non protégée

## 2.3.1.2 Le dispositif actif

Le dispositif actif est un dispositif qui, préalablement à un impact, émet une ionisation afin de canaliser et diriger la foudre vers un paratonnerre à dispositif actif (PdA) puis de la capter et d'écouler le courant jusqu'à la terre.

Selon la norme NF C 17102 traitant des paratonnerres à dispositif d'amorçage (PdA), la zone protégée est déterminée par l'avance à l'amorçage qui définit, selon la hauteur de la pointe par rapport à la surface à protéger, un rayon de protection  $R_p$  :

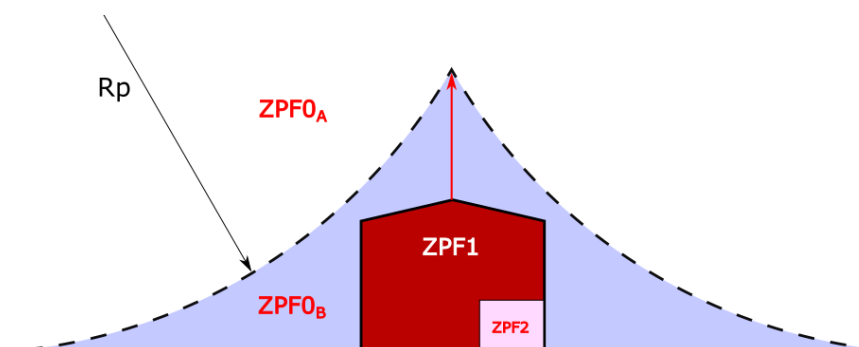


Le volume protégé l'est selon une surface de révolution définie par les rayons de protection correspondants aux différentes hauteurs prises en compte et dont l'axe est celui du paratonnerre.

## 2.3.1.3 Notions sur les zones de protection foudre

Les **zones de protection foudre ZPF** sont délimitées :

- soit par une zone extérieure à la structure, exposée ( $ZPF0_A$ ) ou protégée ( $ZPF0_B$ ) contre les coups de foudre directs et avec un environnement électromagnétique total ;
- soit par une ou des zones intérieures à la structure ( $ZPF1$ ,  $ZPF2..$ ), dans lesquelles le courant de foudre est limité par le partage de celui-ci à la frontière entre zones et l'environnement électromagnétique est atténué.



A chaque franchissement de ZPF des structures pour lesquelles un niveau de protection foudre est déterminé dans l'ARF, des mesures de protection foudre doivent être mises en œuvre comme prescrit dans les normes NF EN 62305 (réduction de champ, cheminement des canalisations, blindages, liaisons des parties métalliques entrantes par conducteurs ou parafoudres...).

## 2.3.2 Les mesures de protection contre l'IEMF

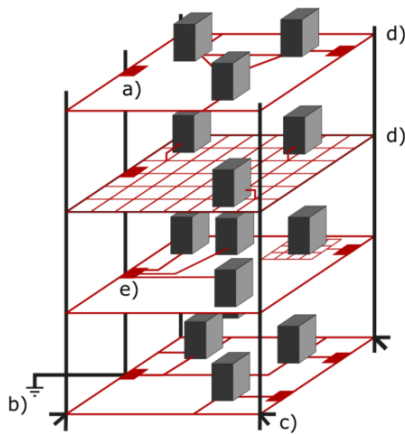
Le principe des MPF consiste en la protection des installations et réseaux internes (dans les  $ZPF1$  ou plus) contre l'impulsion électromagnétique foudre (IEMF). Les réseaux de puissance et de communication comme le matériel peuvent être affectés par les chocs induits ou conduits dans les câbles et les chocs par couplage avec le champ électromagnétique rayonné.

### 2.3.2.1 Mises à la terre et équipotentialité des installations métalliques intérieures

Indépendamment des terres fonctionnelles ou de protection (conducteur vert-jaune), il est nécessaire de réaliser un plan de masse avec un maillage de faible impédance en multipliant les liaisons et en les réalisant aussi courtes que possible. Il a pour fonction de réduire le champ magnétique et de minimiser les différentielles de potentiel dans une même ZPF.

La configuration de type maillée « M » est particulièrement adaptée à la protection foudre.

La réalisation d'une structure maillée tridimensionnelle permet de réduire les effets de la foudre. Des conducteurs d'équipotentialité avec les parties conductrices de la structure et de tous les autres équipements métalliques (châssis, armoires, chemins de câbles ...), de section minimale 6mm<sup>2</sup> cuivre, peuvent être reliés en de multiples points à des barres d'équipotentialité de section minimale 50 mm<sup>2</sup> cuivre ou acier, disposées de façon à permettre un accès facile pour inspection. Chaque barre d'équipotentialité doit être raccordée au réseau de terre générale avec un conducteur de section minimale 16 mm<sup>2</sup> cuivre le plus court possible..



Un réseau de masse assurant une mise à un même potentiel est une mesure de protection efficace.

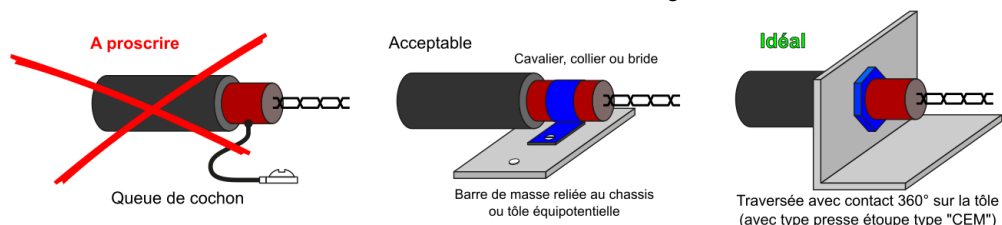
- a) barres équipotentialité
- b) prise de terre installations électriques
- c) prises de terre installation foudre
- d) réseaux équipotentialités avec configuration maillée « M »
- e) réseau équipotentialités avec configuration étoile « S » : à éviter notamment sur les structures de grande surface

## 2.3.2.2 Ecrans magnétiques

Les dispositions suivantes sont particulièrement efficaces pour limiter les effets des rayonnements électromagnétiques sur les installations :

- Blindage spatial des locaux ou équipements ;
- Blindage des câbles (par l'utilisation de chemins de câbles métalliques capotés ou d'un écran incorporé au câble, raccordés au plus court au réseau de terre, à chaque extrémité et/ou aux entrées dans les équipements avec une reprise efficace sur 360°).

Dessins relatifs au raccordement des blindages de câbles

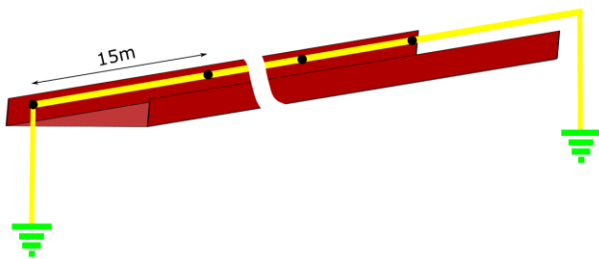


## 2.3.2.3 Cheminement des lignes internes

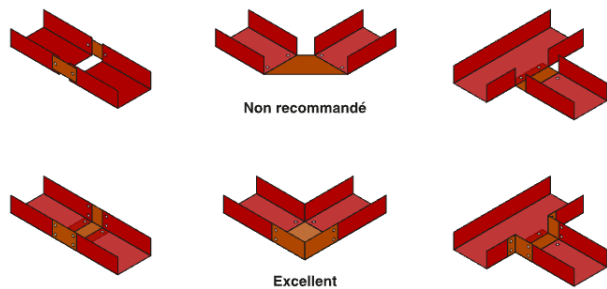
Pour les câbles (à l'exception des fibres optiques), il est nécessaire de limiter au maximum la constitution de boucles entre leurs cheminements et ceux des autres réseaux afin d'éviter les effets du rayonnement électromagnétique sur les installations. Pour ce faire, les circuits d'énergie (CFO) et les circuits de communication (CFA) doivent être placés à proximité les uns des autres et cheminer dans des supports, de préférence métalliques, réservés.

L'utilisation des chemins de câbles métalliques réduit l'effet des perturbations électromagnétiques si la continuité physique du support est assurée (garantissant une fonction d'écran métallique) et si la continuité électrique du support est réalisée par un conducteur de liaison équipotentielle circulant sur le chemin de câbles puis des mises à la terre régulières.

Continuité électrique des chemins de câbles participant au plan de masse de l'installation (interconnexion au conducteur de liaison équipotentielle fonctionnelle tous les 15m maxi puis au réseau d'équipotentialité local, réseau de terre, tous les 50m maxi et aux extrémités).

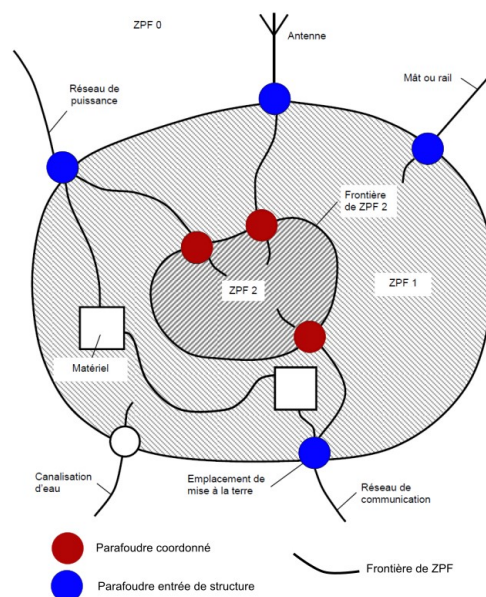


Continuité physique du support permettant d'assurer la fonction d'écran afin de réduire l'effet des perturbations électromagnétiques.



## 2.3.2.4 Parafoudres coordonnés

Les parafoudres peuvent être choisis et mis en œuvre de manière appropriée afin de réduire les défaillances des réseaux de puissance et de communication puis assurer la protection contre les chocs conduits des matériels qui seront considérés comme insensibles aux champs électromagnétiques rayonnés (immunité des matériels électroniques). Ils sont dits coordonnés afin qu'ils le soient avec les parafoudres à l'origine du réseau. Dans les MPF utilisant le concept de zones de protection contre la foudre avec plus d'une zone intérieure (ZPF 2 et plus), des parafoudres doivent être placés au point d'entrée des lignes dans chaque ZPF.



## 2.3.2.5 Interfaces d'isolement

Les courants de perturbation à fréquence industrielle dans les matériels et leurs câbles de communication associés peuvent être dus soit à des boucles de grande surface, soit à l'absence d'un réseau d'équipotentialité d'une impédance suffisamment faible. Pour éviter ce type de perturbations (essentiellement en schémas TN-C), une séparation appropriée entre les installations existantes et les nouvelles installations peut être réalisée par des interfaces d'isolement.

Les perturbations peuvent être évitées, notamment en schéma TN-C, en mettant en place une séparation appropriée avec les installations à protéger telle que :

- Des matériels isolés de casse II ;
- Des transformateurs d'isolement ;
- Des fibres optiques sans blindage ou des coupleurs optiques.

## 2.4 Cadre de la mission

Notre mission a consisté à réaliser :

Une étude technique foudre portant sur la protection du bâtiment 18 contre les effets indirects de la foudre. Il a été convenu du dimensionnement de la protection intérieur avec M. BERTHELOT avec un niveau IV.

## 2.5 Limites de l'étude de conception

L'étude technique a pour objet de définir :

- Les dispositifs de protection contre les effets directs de la foudre à mettre en œuvre (type, caractéristiques et positionnement) ;
- Les liaisons équipotentielles à mettre en place entre le système de protection foudre et les lignes et canalisations conductrices entrantes ;
- Les dispositifs de protection contre les effets indirects de la foudre à mettre en œuvre sur les réseaux internes (nombre, caractéristiques, localisation et dimensionnement en courant des parafoudres, mesures de protection contre l'IMF) en excluant les appareils à protéger qui doivent répondre aux directives CEM ;
- Les mesures de prévention à adopter et à intégrer dans les procédures d'exploitation de l'installation.

Elle se base sur les structures identifiées et leurs niveaux respectifs de protection définis dans l'ARF.

Elle consiste à déterminer les caractéristiques des dispositifs de protection, leur positionnement et les modalités de maintenance et de vérification afférentes. Elle ne comprend pas la protection des installations, équipements et fonctions autres que ceux listés dans l'ARF.

Elle considère que le matériel sous enveloppe métallique, associé aux mesures de protection foudre et sauf avis contraire transmis lors de notre mission, est conforme aux normes de produits CEM auxquels doit se référer le fabricant. Par conséquent, la défaillance du matériel conforme à ces normes est négligée.

Elle ne se substitue pas aux études de détails et d'exécution.

Les modalités de maintenance et de vérification sont établies en fonction des caractéristiques générales des dispositifs préconisés.

Les marques et références de ces dispositifs n'étant pas connues à ce stade de l'étude, ces modalités pourront être complétées à l'issue de l'installation par des préconisations faites par les fabricants des dispositifs installés.

Nota :

- a)** des contraintes de réalisation peuvent apparaître en cours de chantier et amener à déroger aux préconisations de la présente étude. Ces dérogations pouvant avoir une influence sur l'efficacité du système de protection foudre, il convient alors d'en avertir l'auteur de cette étude dès que possible afin de permettre, dans le cadre d'une mission complémentaire, une validation des modifications proposées, une mise à jour de l'étude et des modalités de maintenance et de vérification.
- b)** En absence d'exigence quant à la mise en place de mesures de protection foudre sur une structure, les installations de protection foudre existantes seront maintenues en service ou non selon le choix du client. Si elles sont maintenues en service, elles le seront au regard de la norme applicable à mise en service.

## 2.6 Personne(s) rencontrée(s)

A notre arrivée, nous nous sommes présentés à M. BERTHELOT, qui nous a accompagnés lors de notre visite.

Nous avons été en contact avec Mme DESMOND pour l'organisation de la mission et l'aspect documentaire.

☎ : 05 61 31 40 43

✉ : melanie.desmond@intradef.gouv.fr

### 3 Documents présentés

Foudre	
Titre	Date et référence.
Analyse du risque foudre	21/12/2023 / 8677217_295.1.R

Installations électriques	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Protection contre les risques d'explosions (DRPE)	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Plans de masse	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Plans de coupe et d'élévation des structures	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Plans des réseaux enterrés	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Plans des réseaux électriques enterrés	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

Schémas électriques et synoptique	
Titre	Date et référence.
Non présenté	/

### 4 Prescriptions de l'analyse du risque foudre

Les solutions prescrites dans cette étude technique foudre (ETF) sont étroitement liées aux niveaux de protection déterminés dans l'Analyse du Risque Foudre (ARF). Elles visent :

- A assurer la protection des structures, équipements et réseaux conducteurs pour lesquels l'ARF a mis en évidence une nécessité de protection ;
- A définir les mesures et dispositifs à mettre en œuvre de manière à anticiper aux mieux les effets de la foudre.

#### 4.1 Mesures de protection à mettre en œuvre selon l'ARF

Il y a lieu de se reporter à chacune des fiches de cette étude foudre pour avoir un récapitulatif des nécessités de protection mises en évidence dans l'analyse du risque foudre.

#### 4.2 Mesures et dispositifs de prévention à mettre en œuvre selon l'ARF

Aucun besoin n'a été identifié. Toutefois il a été précisé dans l'ARF : Malgré l'absence d'installation extérieure de protection contre la foudre, en cas d'orage, les opérations d'entretien et de maintenance ne doivent pas être entreprises ou doivent être suspendues sur les installations en raison de la présence de lignes aériennes.



## 5 Fiche 1 – Dispositions applicables à la structure Bâtiment18

Les travaux prescrits dans l'étude de conception devront être réalisés par une société disposant des compétences nécessaires en termes de protection foudre. Une société disposant de la **qualification QUALIFOUDRE** attribuée par l'INERIS peut être une référence et une liste des entreprises est disponible sur le site de l'INERIS.

### 5.1 Données provenant de l'ARF

Structure A – Bâtiment 18	
Liste de besoins de protection	Niveaux de protection à atteindre
<b>Structure et lignes entrantes à protéger</b>	
Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est supérieur au risque probable estimé. De ce fait, <b>aucune protection ne sera nécessaire</b> , ni sur la structure, ni sur les lignes d'alimentation et de communication entrantes.	<b>Pas d'obligation</b>
<b>Matériels à protéger concernant la sécurité</b>	
Aucun équipement n'est présent et n'a été défini.	<b>Pas d'obligation</b>
<b>Equipotentialités</b>	
Non applicable dans le cadre de la réglementation foudre en absence d'un besoin de protection contre les effets directs.	<b>Pas d'obligation</b>
<b>Commentaires</b>	
Bien que non applicable dans le cadre de la réglementation foudre, il est recommandé une liaison équipotentielle principale entre les canalisations d'eau au niveau de sa pénétration dans la structure et le réseau de terre des installations.	

Etude du choix technologique de protection de la structure – Données issues de l'ARF	
Activité principale	Bureautique et chambre militaire.
<b>Informations générales sur la structure</b>	
Dimensions (m) (A <sub>d/b</sub> )	L (m) : 16    l (m) : 12,5    h (m) : 6,5
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>	
Constitution	Ossature : Pierre Charpente : Bois Couverture : Tuile Parois : Pierre
Particularités	Aucune
<b>Risques majorants retenus dans les zones de la structure</b>	
Risque d'incendie	Ordinaire (entre 400 et 800MJ/m <sup>2</sup> )
Risques spécifiques majeurs à retenir	Pas de risque spécifique

Etude du choix technologique de protection de la structure – Données issues de l'ARF	
Blindage/Technologie de protection en place	
Blindage de la structure, toutes zones ( $K_{S1}$ - Frontière ZPF0/1)	Pas de blindage
Structure tolérante aux impacts foudre	Non
	Justification : Structure en pierre
Réseau de terre de la structure	Inconnu

## 5.2 Système de protection foudre - Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF)

L'analyse du risque foudre conclut en l'absence de besoin et ce point ne sera pas développé dans l'ETF.

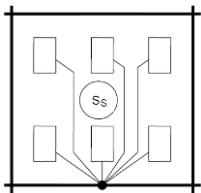
### 5.2.1 Dispositifs de protection existants

#### 5.2.1.1 Parafoudres en place sur l'installation

Aucun parafoudre existant n'a été trouvé ou ne nous a été présenté.

#### 5.2.1.2 Réseau de terre générale et liaisons équipotentielle des canalisations conductrices entrantes

Constitution du réseau de terre de la structure				
Repère rapport	Document de référence	Constitution	Section (mm <sup>2</sup> )	Nature du conducteur
TG	Aucun document ne nous a été présenté.	Informations non communiquées	-	-
Constats, commentaires et observations				
Non connu et non visible sur la totalité de la périphérie de la structure				

Type de réseau d'équipotentialité		
Réseau en étoile S : les éléments métalliques sont intégrés dans le réseau de mise à la terre utilisant une seule barre d'équipotentialité, agissant comme le point de référence terre.		<p>— réseau d'équipotentialité</p> <p>— conducteur d'équipotentialité</p> <p>□ matériel</p> <p>● jonction au réseau d'équipotentialité</p>

Liaisons équipotentielle				
Repère rapport	Localisation Référence du réseau de terre utilisé	Elément	Section (mm <sup>2</sup> )	Nature du conducteur
LE 1	Atelier R-1 qui deviendra le magasin.	Canalisation d'eau	Inexistante	-

## 5.2.2 Travaux à réaliser dans le cadre des installations intérieures de protection foudre

Ce chapitre traite de la protection de l'ensemble des **lignes et réseaux conducteurs entrants** dans la structure puis des **alimentations des matériels importants pour la sécurité**.

Pour la protection des réseaux internes, il y a lieu de se reporter au chapitre « Mesures de protection contre l'IEMF (MPF) ».

### 5.2.2.1 Equipotentialité foudre des réseaux conducteurs entrants

Les réseaux de fluides doivent participer à l'équipotentialité générale du site. Des équipotentialités sont assurées pour chaque service conducteur entrant à la frontière ZPF<sub>0A</sub>/ZPF<sub>1</sub>. La liaison équipotentielle de foudre doit être établie **aussi près que possible du point de pénétration** dans la structure à protéger et par **la liaison la plus courte possible** avec la barre d'équipotentialité si elle existe ou le réseau de terre.

Si pour des raisons techniques la liaison équipotentielle ne doit pas être réalisée (exemple des canalisations de gaz sous protection cathodique), il sera fait usage d'éclateurs (conformes à la norme NF EN 62561-3) qui mettront à la terre la canalisation uniquement pendant la durée du choc de foudre.

Si pour des raisons techniques la liaison équipotentielle ne doit pas être réalisée (exemple des canalisations de gaz sous protection cathodique), il sera fait usage d'éclateurs (conformes à la norme NF EN 62561-3) qui mettront à la terre la canalisation uniquement pendant la durée du choc de foudre.

Les conducteurs d'équipotentialité doivent être capables de supporter la partie du courant de foudre s'écoulant à travers eux. Les normes de la série NF EN 62305 déterminent la section au regard de la contrainte thermique dans un conducteur nu : cette valeur qui ne peut pas être inférieure à 16 mm<sup>2</sup> en cuivre et 25mm<sup>2</sup> en aluminium pour pouvoir écouler le courant de foudre susceptible de traverser le conducteur (100 kA dans les conditions les plus défavorables).

Cependant, la norme NF C 15100 détermine la section des liaisons équipotentielles de la façon suivante : la moitié de la section du conducteur de phase d'alimentation de la structure avec un maximum de 25 mm<sup>2</sup>. Cela sera pris en compte dans les choix pour éviter les incohérences entre les normes.

#### Cahier des charges relatif aux liaisons équipotentielles à réaliser sur réseaux entrants

Repère rapport	Localisation Point de référence du réseau de terre à utiliser	Elément interconnecté	Section (mm <sup>2</sup> )	Nature conducteur
LE 1	Atelier R-1 qui deviendra le magasin.	Canalisation eau	25	Cuivre
<b>Prescriptions et commentaires</b>				
En absence de schéma du réseau de terre l'interconnexion devra être réalisé avec la borne de terre du TGBT..				

Voir les annexes pour l'implantation des équipotentialités à réaliser entre les réseaux pénétrant dans les structures et le réseau de terre générale.

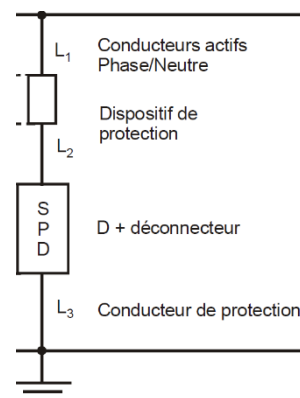
### 5.2.2.2 Equipotentialité foudre des lignes entrantes dans la structure

Les lignes non blindées provenant de l'extérieur doivent être protégées par parafoudres qui sont appropriés au niveau de protection et qui ont subi les essais de la classe I (onde 10/350µs).

## 5.2.2.3 Prescriptions générales sur la mise en œuvre des parafoudres

Afin d'assurer la protection du matériel au regard du choix fait pour la tension de protection du parafoudre courants forts, il est indispensable que la **longueur totale des conducteurs de raccordement L** ( $L_1 + L_2 + L_3$ ) soit aussi courte que possible et qu'elle **n'excède pas 0,5 m**.

Cette règle des 50cm de câblage est également à respecter pour les parafoudres de communications.



Les sections minimales des conducteurs pour les parafoudres basse tension sont de 16mm<sup>2</sup> cuivre pour le parafoudre de type 1 et de 6mm<sup>2</sup> pour le parafoudre de type 2. Elles doivent être augmentées au regard du calibre du déconnecteur amont prescrit par le constructeur du parafoudre afin de respecter la contrainte thermique des conducteurs. Pour les autres parafoudres (réseaux de télécommunication et de signalisation), cette section minimale est de 1mm<sup>2</sup>.

Il faudra veiller à réduire les surfaces de boucles en faisant cheminer ensemble les conducteurs de câblage du parafoudre et de son déconnecteur, en **évitant le mélange des câbles protégés avec les câbles perturbés** et en plaçant ces derniers le plus près possible, lorsque l'armoire électrique est métallique, des parois de celle-ci.

Le courant de choc s'écoule au travers des **protections contre les courants de défaut** (déconnecteur externe) qui sont associées aux parafoudres et qui sont adaptés au courant de court-circuit au point de leur installation. Pour éviter les déclenchements de ces protections, elles devront être **choisies en fonction des prescriptions du fabricant** afin d'empêcher que les parafoudres ne limitent la capacité de tenue aux chocs de l'installation. Pour les fusibles sous onde 10/350µs (parafoudres de type 1), ils devront être spécifiquement choisis : **les cartouches cylindriques ne pourront être utilisées que sous réserve d'essais de fonctionnement conformes à la NF EN 61643-11 réalisés par le fabricant**. S'il est nécessaire de privilégier la continuité de service des installations, une sélectivité devra être assurée entre le déconnecteur du parafoudre et la protection amont de celui-ci.

## 5.2.2.4 Protection des installations des circuits de puissance (courants forts CFO)

### 5.2.2.4.1 Description de la distribution basse tension

La structure est alimentée en basse tension par une ligne souterraine depuis un autre bâtiment. Cette ligne est non blindée.

Alimentation générale électrique (TGBT)							
Repère rapport	Désignation et localisation client	Régime neutre	Tension distribution (V)	I <sub>k3</sub> (kA)	Dispositif de protection en tête d'armoire ou en amont du circuit concerné		
					Type *	Calibre (A)	PdC (kA)
AG 1	TGBT	TN	230/410	/	/	/	/
Prescriptions et commentaires							
Lors de notre visite aucune information et schéma électrique ne nous ont été communiqué. L'IK3 du TGBT et le dispositif en tête ne sont pas connu. Il nous a été indiqué uniquement la présence d'un TGBT dans le bâtiment 18.							

\* Dj = Disjoncteur / F = fusibles / Int = interrupteur

## 5.2.2.4.2 Evaluation des courants de décharge

### Evaluation du courant $I_{imp}$ des parafoudres de type 1 (classe d'essai I) :

Le courant  $I_{imp}$  dépend :

- du courant du coup de foudre direct maximum attendu (courant de crête donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection) ;

Niveau de protection de l'installation	Courant crête I (kA)
I	200
II	150
III	100
IV	100

- du nombre de lignes et d'éléments conducteurs pénétrant dans la structure ;
- du nombre de pôles du parafoudre.

Si  $I_f$  est la partie du courant de foudre s'écoulant dans un élément conducteur ou une ligne extérieure et I la valeur crête du courant de foudre selon le niveau de protection retenu (voir tableau ci-dessus) :

$$I_f = k_e \cdot I \text{ avec } k_e, \text{ facteur de répartition du courant.}$$

En supposant en première approximation que la moitié du courant de foudre s'écoule à la terre ( $k_e = 0,5$ ), la valeur d' $I_f$  **par élément conducteur** extérieur est de :

$$I_f = I \cdot 0,5 / n$$

$n = n_1 + n_2$  avec  $n_1$  : nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures enterrées(e)s ;  
 $n_2$  : nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures aériennes.

Nota :

- les lignes de communication, signal ou autres courants faibles n'ont pas été retenues dans le nombre n d'éléments conducteurs entrants ;
- En cas d'un ou plusieurs éléments conducteurs avec un même lieu de pénétration (canalisations gaz, eau et autres fluides), « n » est pris égal à 1.

Si cet élément conducteur extérieur est une ligne électrique avec  $n'$  le nombre de conducteurs (sauf pour câbles blindés ou écrantés), chaque conducteur actif écoulera un courant  $I'_f$  égal à :

$$I'_f = I_f / n'$$

La condition à respecter par pôle de parafoudre pour les réseaux de puissance est alors la suivante :  $I_{imp} \geq I'_f$ .

Evaluation courant de décharge					
Courant crête I (kA)	Courant s'écoulant dans les réseaux (50% de I) (kA)	Nombre n de lignes et éléments conducteurs	Courant I <sub>f</sub> attendu dans chaque ligne ou élément conducteur (kA)	Nombre n' de conducteurs par ligne **	I' <sub>f</sub> calculé par conducteur * (kA)
100	50	1 ligne électrique BT (3Ph+N)	25	4	6,3
		1 canalisation d'eau		1	25
Nombre « n1+n2 » de lignes et éléments conducteurs			2		

\* : la valeur  $I_{imp}$  du parafoudre choisi ne peut pas être inférieure à 12,5 kA pour le réseau basse tension (exigences de la NF C 15100 et du guide UTE C 15443).

\*\* : le nombre de conducteur comprend les conducteurs actifs et le PE pour les canalisations électriques

## Evaluation du courant $I_n$ des parafoudres de type 2 (classe d'essai II) :

a) Afin d'optimiser la valeur  $I_n$ , une évaluation a été faite selon le **guide UTE C 15443** pour les **réseaux entrants dans la structure en absence de SPF** (voir ci-dessous). Elle a été réalisée en prenant la ligne la plus contraignante en énergie comme la ligne la plus contraignante en communication.

La valeur  $I_n$  devra être supérieure ou égale à :

- **5kA** pour l'énergie ;

*Nota : la valeur minimale de 5kA définie par le guide UTE C 15-443 caractérise les parafoudres à l'origine d'une installation alimentée par le réseau public (BT et télécommunication).*



**AFFAIRE : Bâtiment 18 caserne Joffre**

## Caractérisation des parafoudres Evaluation du $I_n$ selon § 7.2 du guide UTE C 15-443 d'Août 2004

### A) CHOIX DES COEFFICIENTS

	Energie	Communication
<b>Longueur en km de ligne aérienne (dans la limite des 500m) : L **</b>		0
Longueur aérienne alimentant l'installation < à 0,5 km	Longueur en km	
Longueur aérienne alimentant l'installation >= à 0,5 km	0,5	
<b>Situation de la ligne aérienne et du bâtiment : <math>\delta</math> *</b>	0,5	0,5
Sur une crête ou présence d'eau ou site montagneux	1	
Terrain plat ou découvert	0,75	
Quelques structures à proximité ou inconnue	0,5	
Complètement entouré de structures	0	

\* : valeur maxi résultante des situations présentées ci-dessus pour la ligne aérienne et le bâtiment

\*\* : en absence de ligne aérienne, mettre 0

### B) DETERMINATION DU NIVEAU KERAUNIQUE

<b>Niveau kéraunique retenu : <math>N_k=10N_{sg}</math></b>	<b><math>N_k</math> retenu =</b>	<b>9,0</b>
Densité de foudroiement selon interprétation NF C17-102 F11 (2015)	$N_{sg}$ carte =	
Densité de foudroiement selon réseau METEORAGE (impacts/km <sup>2</sup> /an)	$N_{sg}$ Météorage =	0,9

### C) OPTIMISATION DU CHOIX DE $I_n$ EN FONCTION DE L'ESTIMATION DU RISQUE F

Evaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre $F = N_k \cdot (1,6 + 2L + \delta)$		Valeur de $I_n$ (kA)
Energie	Niveau d'exposition aux surtensions =	18,9
Communication	Niveau d'exposition aux surtensions =	18,9
		<b>5</b>
		<b>5</b>

## 5.2.2.4.3 Travaux à réaliser sur la protection des réseaux entrants dans la structure

Des parafoudres (SPD) sont à mettre en place sur **les réseaux entrants** au niveau de leur pénétration dans la structure. Les réseaux entrants, **issus de la ZPF 0<sub>A</sub>**, sont ceux identifiés dans l'ARF.

Leur protection par déconnecteur externe est assurée par disjoncteur ou par fusibles **selon les préconisations du fabricant**. Elle est choisie en fonction du courant de court-circuit au point d'insertion du dispositif et elle doit assurer une sélectivité thermique avec le dispositif amont et devra pouvoir écouler l'onde 10/350µs pour les parafoudres de type 1.

Les parafoudres existants peuvent être maintenus en service sous réserve que leurs caractéristiques répondent aux prescriptions ci-dessous et que la mise en œuvre satisfasse aux exigences du fabricant :

### Cahier des charges relatif aux parafoudres sur les réseaux entrants dans les tableaux de distribution (frontière ZPF<sub>0A</sub>/ZPF<sub>1</sub>)

Repère rapport	Repère armoire rapport	SPD existant maintenu	Réseau entrant identifié (ligne ou équipement en ZPF <sub>0A</sub> )	Catégorie tenue chocs U <sub>w</sub> (kV)	Réseau	Mode connex.	Type SPD	Tension régime U <sub>c</sub> (V) ≥ à	Tension protection U <sub>p</sub> (kV) ≤ à	Courant nominal I <sub>n</sub> (kA) ≥ à *	Courant de choc I <sub>imp</sub> (kA) ≥ à	I <sub>scrr</sub> (kA) ≥ à
SPD 1	AG1	Non équipé	Alimentation BT	1,5	3P+N	CT2	T1+2	253	1,5	5	12,5	/

#### Prescriptions et commentaires

Nous n'avons eu aucune information concernant le TGBT, mis à part que le régime de neutre du site est le TN. Le parafoudre devra être adapté à l'installation.

Le montage du parafoudre devra respecter :

- La règle des 50cm et la section de câblage en 16mm<sup>2</sup> minimum.
- Le câblage devra éviter de mélanger les câbles perturbés par le courant de foudre et les câbles protégés qui sont ceux de l'installation électrique.
- Des parafoudres avec le déconnecteur intégré sont à privilégier.

\* : la valeur I<sub>n</sub> a été déterminée par évaluation du risque selon le guide UTE 15-443.

## 5.2.2.5 Protection des installations de communication (courants faibles CFA)

Les **liaisons de communication entrantes** suivantes nécessitent une protection contre les effets de la foudre :

➤ **Ligne fibrée.**

Les réseaux internes à la structure sont traités dans le chapitre mesures de protection contre l'IEMF (MPF).

Les liaisons pour courants faibles qui requièrent une protection peuvent être protégées :

- Soit avec un mode de pose et/ou des câbles appropriés ;
- Soit par l'installation de parafoudres aux extrémités de chaque liaison considérée.

De manière préférentielle, cette protection sera réalisée avec un mode de pose et/ou des câbles appropriés afin d'éviter le recours à des parafoudres.

En cas de parafoudre, ceux-ci sont testés avec :

- Soit des essais de catégorie D pour les effets directs de la foudre (onde de courant 10/350µs) ;
- Soit des essais de catégorie C pour les effets induits de la foudre (onde de courant 8/20µs).

Par analogie avec les parafoudres courants forts, il pourra être utilisé la convention suivante :

- Les essais de catégorie D correspondent aux parafoudres dits "de type 1" ;
- Les essais de catégorie C correspondent aux parafoudres dits "de type 2".

Les parafoudres devront être adaptés au signal et, à la mise en service, il est nécessaire que l'installateur s'assure que la transmission du signal ne soit pas perturbée suite à la mise en place de ceux-ci.

## 5.3 Mesures de protection contre l'IEMF (MPF)

Les MPF sont basées :

- Sur les mises à la terre et l'équipotentialité avec réalisation d'un maillage le plus dense possible afin de limiter les différences de potentiel et le champ magnétique puis établir un plan de masse ;
- Les écrans magnétiques qu'ils soient spatiaux ou limités aux écrans des câbles de réseaux ;
- Le cheminement des lignes pour minimiser les boucles d'induction ;
- L'application des câbles sur un plan de masse pour limiter les couplages ;
- Les parafoudres coordonnés pour réduire les effets des chocs ;
- Les interfaces d'isolement pour limiter les chocs conduits.

Idéalement, ce type d'intervention devrait toujours être réalisé dès la phase de projet, par la définition de règles de conception CEM voire, pour des projets de grande ampleur, par la définition et l'application d'un plan de gestion de la CEM.

L'évaluation faite lors de l'ARF n'a pas révélé la nécessité de mesures de protection contre l'IEMF et ce point, à part les généralités sur ces mesures, ne sera pas développé dans notre rapport.

### 5.3.1 Mises à la terre et équipotentialité des installations métalliques intérieures

La réalisation d'une structure maillée tridimensionnelle permet de réduire les effets de la foudre. Des conducteurs d'équipotentialité avec les parties conductrices de la structure et de tous les autres équipements métalliques (châssis, armoires, chemins de câbles ...), de section minimale 6mm<sup>2</sup> cuivre, peuvent être reliés en de multiples points à des barres d'équipotentialité de section minimale 50 mm<sup>2</sup> cuivre ou acier, disposées de façon à permettre un accès facile pour inspection. Chaque barre d'équipotentialité doit être raccordée au réseau de terre générale avec un conducteur de section minimale 16 mm<sup>2</sup> cuivre le plus court possible.

Ce point ne traite pas l'équipotentialité des réseaux conducteurs entrants qui a été vue précédemment.

Il n'existe pas d'exigence de MPF selon l'ARF.

### 5.3.2 Ecrans magnétiques

Il n'existe pas d'exigence de ce type selon l'ARF.



## 5.3.3 Cheminement des lignes internes

Les circuits d'énergie (CFO) et les circuits de communication (CFA) doivent être placés à proximité les uns des autres et cheminer dans des supports réservés, de préférence métalliques afin de réduire l'effet des perturbations électromagnétiques si la continuité physique du support est assurée (voir ci-dessous les distances minimales selon guide UTE C 15-900).

Séparation minimale des câbles dans un même chemin de câbles métalliques ou dans des supports isolants	Câble énergie sans écran Câble de communication sans écran	Câble énergie sans écran Câble de communication écranté	Câble énergie écranté Câble de communication sans écran	Câble énergie écranté Câble de communication écranté
	50mm	5mm	2mm	0mm

Ces distances peuvent ne pas être respectées si des cloisons métalliques existent entre les réseaux.

Il n'existe pas d'exigence de ce type selon l'ARF.

## 5.3.4 Interfaces d'isolement

Les interfaces d'isolement permettent de limiter les effets des chocs conduits sur les services pénétrant dans une ZPF et ainsi réduire les effets de l'IEMF.

Aucune disposition n'est à mettre en œuvre.

## 5.4 Mesures de détection et de prévention

En période orageuse, le personnel de l'établissement peut être exposé à plusieurs risques tels que le foudroiement direct, l'électrocution par le biais de contact direct ou indirect avec le courant de foudre, mais également à des risques de brûlures lors de la manipulation de produits explosifs ou inflammables lors de l'apparition d'une étincelle.

Il convient donc de détecter au plus tôt le risque d'orage afin de pouvoir mettre en place les mesures de prévention adaptées, comme l'interruption des activités dangereuses (travaux extérieurs,...) ou le rappel de ce risque dans les procédures lors des formations, ou dans les instructions délivrées lors des permis de feu ou de travail.

### 5.4.1 Détection à l'aide d'outils spécifiques

Le système de détection peut être constitué :

- soit d'un service d'abonnement à la détection des orages et/ou des fronts orageux auprès du réseau national METEOFRANCE ;
- Soit d'un système local de détection de type « *moulin à champ* ». Ce dispositif mesure localement la variation de champ électrique et informe le décideur de l'imminence d'une situation à risque.

Cette disposition n'est pas à appliquer.

### 5.4.2 Détection humaine

La détection du risque orageux peut également se faire par observation humaine en considérant qu'il y a une menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible, mais cette notion reste subjective.

### 5.4.3 Mesures de prévention à mettre en œuvre

Actuellement, aucune procédure spécifique d'alerte orageuse n'est en place sur le site et il est nécessaire d'en intégrer une aux **procédures d'exploitation** du site. La procédure devra interdire :

- Tous travaux en toiture des bâtiments ;
- De réaliser des interventions sur les réseaux courants forts et courants faibles ;

## 5.5 Cahier des charges des travaux à réaliser

Le **cahier des charges** définit :

- les éléments du SPF intérieur de la structure ;
- la justification des caractéristiques techniques, le dimensionnement et la localisation des composants ;
- la prévention.

Le **détail des travaux et mises en conformité** est donné dans la fiche structure précédemment détaillée.

Fiche 1: Structure Bâtiment 18	
Synthèses des travaux préconisés	
Système de protection foudre <b>SPF</b> Installation extérieure	Structure non concernée et absence de travaux à réaliser à ce titre.
Système de protection foudre <b>SPF</b> Installation intérieure	Cette installation est destinée à réduire les défaillances permanentes des réseaux internes (courants fort et courant faibles) et des équipements suite aux risques de surtensions liés aux chocs conduits ou induits. Elle est à assurer par la mise en place d'un parafoudre au TGBT.
<b>Liaisons équipotentielles</b> Réseaux conducteurs entrants	Ces liaisons ont pour but de limiter la propagation d'un potentiel venant de l'extérieur de la structure ou de limiter le risque d'étincelage entre installations métalliques. Afin d'éliminer le risque de propagation d'un potentiel venant de l'extérieur et d'endommager la structure, les <b>canalisations métalliques entrantes devront être reliées au réseau de terre</b> du site dès leur pénétration dans la structure et par le cheminement le plus court au niveau du sol. Canalisation d'eau.
Matériels concernant la <b>sécurité</b> à protéger	Absence de travaux à réaliser à ce titre.
Mesures de protection contre l'IEMF <b>MPF</b>	L'application de ces mesures est destinée à réduire des chocs induits engendrés par l'impulsion électromagnétique foudre sur les installations internes. Absence de travaux à réaliser à ce titre.
<b>Autres dispositions</b>	Un <b>dossier technique des ouvrages exécutés (DOE)</b> doit être établi à l'issue des travaux et sera à minima constitué de : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des fiches techniques de chacun des composants du SPF intérieur précisant leur caractéristiques et conformité aux normes pour chacun de ceux-ci ;</li> <li>- Les notices de fonctionnement et de maintenance du matériel ;</li> </ul> En période orageuse, les <b>mesures de prévention</b> suivantes sont à mettre en œuvre et doivent interdire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tous travaux en toiture des bâtiments ;</li> <li>- De réaliser des interventions sur les réseaux courants forts et courants faibles ;</li> </ul>

## 6 ANNEXES

- Annexe A : Abréviations utilisées
- Annexe B : Matériaux et dimensions
- Annexe C : Constitution et maintien en état d'un Système de Protection Foudre

## Annexe A : Abréviations utilisées

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
C - NC	Conforme – Non conforme
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
CFO	Courant Fort (énergie)
CFA	Courant Faible (signal et communication)
CM	Cage Maillée
CNPCF	Composant Naturel de Protection Contre la Foudre
DDP	Différence De Potentiel
DRPE/DRPCE	Document Relatif à la Prévention des risques Contre les Explosions
EB	Liaison Equipotentielle foudre
IEMF	Impulsion ElectroMagnétique de Foudre
IEPF	Installation(s) Extérieure(s) de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation(s) Intérieure(s) de Protection contre la Foudre (réseaux entrants)
ISG	Eclateur d'isolement (isolating spark gap)
LE	Liaison équipotentielle
MPF/SMPI	Mesures de Protection contre IEMF
NA	Non Applicable
NC	Non Conforme
NPF	Niveau de Protection Foudre
NV	Non Vérifié
PCLF	Installation complète de Protection Contre La Foudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PT	Prise de Terre
PTS	Paratonnerre à Pointe Simple
SA	Sans Avis (absence de document ou d'information technique, de matériels ou installations inaccessibles ...)
SO	Sans Objet
SPD	Parafoudre (Surge Protective Device)
SPF	Système de Protection contre la Foudre (constitué de l'IEPF et de l'IIPF)
TD	Tableau Divisionnaire électrique
TGBT	Tableau Général Basse Tension
ZPF	Zone de Protection Foudre

## Annexe B : Matériaux et dimensions

### Matériaux, configurations et sections des conducteurs de capture, des pointes caprices, des piquets de départ <sup>g</sup> et des conducteurs de descente

Tableau 1 de la norme NF EN 62561-2

Matériau	Configuration	Section <sup>a</sup> mm <sup>2</sup>	Dimensions recommandées
Cuivre, cuivre étamé <sup>b</sup>	Ruban plein	≥ 50	2 mm d'épaisseur
	Piquet plein <sup>d</sup>	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin <sup>f</sup>	≥ 50	Entre 1,14 mm et 1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein <sup>h</sup>	≥ 176	15 mm de diamètre
Aluminium	Ruban plein	≥ 70	3 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin <sup>f</sup>	≥ 50	1,63 mm de diamètre par brin
Alliage d'aluminium à revêtement en cuivre <sup>e</sup>	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
Alliage d'aluminium	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin <sup>f</sup>	≥ 50	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein <sup>h</sup>	≥ 176	15 mm de diamètre
Acier galvanisé à chaud	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin <sup>f</sup>	≥ 50	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein <sup>h</sup>	≥ 176	15 mm de diamètre
Acier cuivré <sup>e</sup>	Piquet plein	≥ 50	8 mm de diamètre
	Ruban plein	≥ 50	2,5 mm d'épaisseur
Acier inoxydable <sup>c</sup>	Ruban plein <sup>i</sup>	≥ 50	2 mm d'épaisseur
	Piquet plein <sup>i</sup>	≥ 50	8 mm de diamètre
	Multibrin <sup>f</sup>	≥ 70	1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein <sup>h</sup>	≥ 176	15 mm de diamètre

NOTE Pour l'application des conducteurs, se reporter à l'IEC 62305-3.

<sup>a</sup> Tolérance de construction: -3 %.

<sup>b</sup> Revêtement à chaud ou par électrolyse, couche d'une épaisseur minimale de 1 µm. Il n'y a pas d'exigence de mesure du cuivre étamé, car le revêtement est réalisé à des fins exclusivement esthétiques.

<sup>c</sup> Chrome ≥ 16 %; Nickel ≥ 8 %; Carbone ≤ 0,08 %.

<sup>d</sup> 50 mm<sup>2</sup> (diamètre 8 mm); peut être ramené à 28 mm<sup>2</sup> (diamètre 6 mm) sur les installations où la résistance mécanique n'est pas une exigence essentielle. Il convient dans ce cas de prendre en considération la réduction de l'espacement entre les fixations.

<sup>e</sup> Revêtement en cuivre de 70 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %.

<sup>f</sup> La section des conducteurs multibrins est déterminée par la résistance du conducteur conformément à l'IEC 60228.

<sup>g</sup> Si le piquet de départ est installé en partie dans le sol, il doit être conforme aux exigences du Tableau 2 et du Tableau 3.

<sup>h</sup> Applicable aux conducteurs, pointes caprices et piquets de départ. Pour les tiges pour lesquelles la contrainte mécanique telle que la charge due au vent n'est pas critique, une tige d'un diamètre de 9,5 mm et d'une longueur de 1 m peut être utilisée.

<sup>i</sup> Si les considérations mécaniques et thermiques sont importantes, il convient d'augmenter ces valeurs jusqu'à 75 mm<sup>2</sup>.

## Matériau, configuration et section des électrodes de terre

Tableau 3 de la norme NF EN 62561-2

Matériau	Configuration	Section <sup>a</sup>			Dimensions recommandées
		Piquet de terre mm <sup>2</sup>	Conducteur de terre mm <sup>2</sup>	Plaque de terre cm <sup>2</sup>	
Cuivre, Cuivre étamé <sup>f</sup>	Multibrin		≥ 50 <sup>i</sup>		1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein		≥ 50		8 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 50		2 mm d'épaisseur
	Piquet plein	≥ 176			15 mm de diamètre
	Tuyau	≥ 110			20 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur de paroi
	Plaque pleine			≥ 2 500	500 mm × 500 mm et 1,5 mm d'épaisseur <sup>g</sup>
	Grille de terre <sup>g</sup>			≥ 3 600	600 mm × 600 mm en sections de 25 mm × 2 mm pour les conducteurs plats et de 8 mm de diamètre pour les conducteurs cylindriques
Acier galvanisé à chaud	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Piquet plein	≥ 150 <sup>b</sup>			14 mm de diamètre
	Tuyau	≥ 140 <sup>b</sup>			25 mm de diamètre et 2 mm d'épaisseur de paroi
	Ruban plein		≥ 90		3 mm d'épaisseur
	Plaque pleine			≥ 2 500	500 mm × 500 mm et 3 mm d'épaisseur
	Grille de terre <sup>d</sup>			≥ 3 600	600 mm × 600 mm en sections de 30 mm × 3 mm pour les conducteurs plats et de 10 mm de diamètre pour les conducteurs cylindriques
	Profilé	<sup>e</sup>			3 mm d'épaisseur
Acier nu <sup>k</sup>	Multibrin		≥ 70		1,7 mm de diamètre par brin
	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 75		3 mm d'épaisseur
Acier cuivré <sup>c</sup>	Piquet plein	≥ 150 <sup>h</sup>			14 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Piquet plein		≥ 50		8 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Piquet plein <sup>l</sup>		≥ 78		10 mm de diamètre pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
	Ruban plein <sup>l</sup>		≥ 90		3 mm d'épaisseur pour un revêtement en cuivre de 250 µm au moins, à teneur en cuivre de 99,9 %
Acier inoxydable <sup>j</sup>	Piquet plein		≥ 78		10 mm de diamètre
	Piquet plein	≥ 176 <sup>h</sup>			15 mm de diamètre
	Ruban plein		≥ 100		2 mm d'épaisseur

NOTE Pour l'application des électrodes de terre, se reporter à l'IEC 62305-3.

- <sup>a</sup> Tolérance de construction: -3 %.
- <sup>b</sup> Les filetages, le cas échéant, doivent être usinés avant la galvanisation.
- <sup>c</sup> Le cuivre doit être couplé de façon intrinsèque à l'acier. L'épaisseur du revêtement peut être mesurée à l'aide d'un instrument électronique dédié.
- <sup>d</sup> La grille de terre est constituée d'une longueur de conducteur totale de 4,8 m.
- <sup>e</sup> Différents profilés sont admis avec une section de 290 mm<sup>2</sup> et une épaisseur minimale de 3 mm, par exemple profilé en croix.
- <sup>f</sup> Revêtement à chaud ou par électrolyse, couche d'une épaisseur minimale de 1 µm. Il n'y a pas d'exigence de mesure du cuivre étamé, car le revêtement est réalisé à des fins exclusivement esthétiques.
- <sup>g</sup> Dans certains pays, la section peut être réduite à ≥ 1 800 cm<sup>2</sup> et l'épaisseur à ≥ 0,8 mm.
- <sup>h</sup> Dans certains pays, la section peut être réduite à 125 mm<sup>2</sup>.
- <sup>i</sup> La section des conducteurs multibrins est déterminée par la résistance du conducteur conformément à l'IEC 60228.
- <sup>j</sup> Chrome ≥ 16 %, nickel ≥ 5 %, molybdène ≥ 2 %, carbone ≤ 0,08 %.
- <sup>k</sup> Doit être incorporé dans le béton sur une profondeur minimale de 50 mm.
- <sup>l</sup> En raison de la vitesse de corrosion plus élevée des conducteurs de terre en ruban plein, il est recommandé d'utiliser de l'acier à revêtement en cuivre avec un revêtement de 250 µm.

## Epaisseur minimale des tôles ou canalisations métalliques du dispositif de capture

Tableau 3 de la norme NF EN 62305-3

Niveau de protection	Matériau	Epaisseur <sup>a</sup> <i>t</i> mm	Epaisseur <sup>b</sup> <i>t'</i> mm
I à IV	Plomb	–	2,0
	Acier (inox, galvanisé)	4	0,5
	Titanium	4	0,5
	Cuivre	5	0,5
	Aluminium	7	0,65
	Zinc	–	0,7
<sup>a</sup> <i>t</i> en cas de problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation. <sup>b</sup> <i>t'</i> seulement pour les feuilles métalliques s'il n'est pas nécessaire de protéger contre les problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation.			

## Sections minimales des éléments d'équipotentialité

Tableau 1 de la norme NF EN 62305-4

Elément d'équipotentialité		Matériau <sup>a</sup>	Section <sup>b</sup> mm <sup>2</sup>
Barres d'équipotentialité (cuivre, acier à revêtement en cuivre ou acier galvanisé)		Cu, Fe	50
Conducteurs de connexion entre les barres d'équipotentialité et la prise de terre ou entre les autres barres d'équipotentialité (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre)		Cu	16
		Al	25
		Fe	50
Conducteurs de connexion entre les installations internes métalliques et les barres d'équipotentialité (transportant un courant de foudre partiel)		Cu	6
		Al	10
		Fe	16
Conducteurs de mise à la terre avec le parafoudre (transportant la totalité ou une partie significative du courant de foudre) <sup>c</sup>	Classe I	Cu	16
	Classe II		6
	Classe III		1
	Autres parafoudres <sup>d</sup>		1

<sup>a</sup> Il convient que les autres matériaux utilisés présentent des sections assurant une résistance équivalente.

<sup>b</sup> Dans certains pays, il est possible d'utiliser des conducteurs de plus petites dimensions, à condition qu'ils satisfassent aux exigences thermiques et mécaniques- voir la CEI 62305-1:2010, Annexe D.

<sup>c</sup> Pour les parafoudres utilisés dans des applications de puissance, des informations complémentaires relatives aux conducteurs de connexion sont données dans la CEI 60364-5-53 et dans la CEI 61643-12.

<sup>d</sup> Les autres parafoudres incluent les parafoudres utilisés dans les réseaux de télécommunication et de signalisation



## Annexe C : Constitution et maintien en état d'un Système de Protection Foudre

### a) Constitution d'un système de protection foudre

Un Système de Protection Foudre (SPF) est une installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure. Il est constitué d'une Installation Extérieure de Protection contre la Foudre et d'une Installation Intérieure de Protection contre la Foudre.

Une **Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF)** est la partie du système de protection contre la foudre utilisée pour capter, écouler et dissiper le courant de foudre à la terre. Elle est composée de dispositifs de capture, de conducteurs de descentes et de prises de terre.

Les dispositifs de capture (paratonnerres à dispositifs d'amorçage, pointes caprices, fils tendus, structures métalliques et autres dispositifs naturels...) ont pour fonction de capter la foudre. Ils sont le point de contact entre l'éclair et le bâtiment concerné. Ils sont reliés aux conducteurs de descente.

Les conducteurs de descente permettent d'écouler le courant de foudre à la terre. Afin de réduire les risques de dommage dus à la circulation du courant de foudre dans le système de protection foudre, ils doivent être disposés entre le dispositif de capture et la terre, de manière à ce que :

- le courant suive plusieurs trajets en parallèle ;
- la longueur de ces trajets soit réduite au minimum ;
- une équipotentialité entre les parties conductrices de la structure soit réalisée partout où cela est nécessaire par le biais de bornes de reprise de terre.

Les prises de terre ont pour fonction d'écouler le plus rapidement possible le courant de foudre dans le sol de manière à limiter l'apparition de surtensions sur les installations.

Une **Installation Intérieure de Protection Foudre (IIPF)** est la partie du système de protection contre la foudre permettant de limiter la pénétration du courant de foudre à l'intérieur de la structure et l'apparition de surtensions, ceci étant réalisé, soit par isolation électrique de l'IEPF, soit par la réalisation de liaisons équipotentielle entre le système de protection foudre et les parties conductrices de l'installation. Ces liaisons équipotentielles peuvent être mises en œuvre de manière directe ou par l'intermédiaire de parafoudres ou éclateurs.

### b) Mesures et moyens de prévention

Les mesures et moyens de prévention contribuent à l'efficacité du dispositif de protection foudre. Ce sont par exemple :

- **les mesures de prévision** : service d'alerte des orages, système de détection et d'alerte des orages ;
- **les dispositions constructives** : paroi coupe-feu, porte coupe-feu, exutoire, bac de rétention, issue de secours ;
- **les dispositions de confinement** : capacité à maintenir les éléments dangereux dans un périmètre défini ;
- **les dispositions organisationnelles** : consignes d'exploitation, d'évacuation et d'incendie, suspension de l'activité, interdiction de démarrer, accès limités réglementés, permis de feu, Plan d'Organisation d'Intervention (POI) ;
- **les mesures additionnelles** : dispositif de neutralisation sur le procédé, déconnexion des appareils sensibles, réseau et groupe d'alimentation secouru, ventilation des locaux ;
- **les moyens de secours et de lutte contre l'incendie** : lance incendie, sprinklage, système de sécurité incendie, système d'extinction manuel ou automatique, délai d'alerte et moyen d'intervention des secours extérieurs, signalétique et balisage, évacuation, colonne sèche, protection individuelle ;
- **la sécurité électrique des personnes** : conformité aux règlements et aux normes des installations et appareils électriques BT et HT de la structure, y compris les règles particulières des zones à risques d'incendie et d'explosion.

### c) Modalités de maintenance et d'inspection des installations

#### • Dossier d'exécution

Un dossier d'exécution quant à la conception et la réalisation de l'installation doit être tenu à disposition et doit contenir :

- le niveau de protection retenu ;
- la justification de la protection ;
- le type et caractéristiques du SPF ;
- la justification des liaisons équipotentielles de foudre y compris des parafoudres ;
- le type et valeur des prises de terre ;

#### • Maintenance

Entre les visites d'inspection, il y a lieu corriger tous les défauts constatés dans le SPF afin de maintenir une efficacité optimale.

Les consignes de maintenance des composants et des dispositifs de protection sont à appliquer conformément aux instructions des manuels du fabricant

Un entretien régulier doit être réalisé afin de s'assurer de l'état de l'installation lors de dégradation liées aux conditions climatiques et environnementales. En cas d'impact sur les installations, une vérification visuelle devra être demandée.

Ces **opérations de maintenance** devront être portées sur un **registre de maintenance** et comportent les dispositions suivantes :

- maintien en état des conducteurs du SPF et des composants du réseau selon les notices du fabricant ;
- maintien en fonctionnement des parafoudres selon les notices du constructeur ;
- fixation des composants et conducteurs qui ne seraient plus en état ;
- identification des modifications de structures ou d'installations.

Dans ce dernier cas, une actualisation du dossier d'étude devra être menée.

### • Vérifications périodiques

Afin d'assurer la conformité du système de protection foudre et son maintien en état, des **visites d'inspection** sont à réaliser par un spécialiste de la protection foudre durant les phases suivantes :

- pendant la construction de la structure, afin de s'assurer que l'installation des composants cachés (notamment les prises de terre) respecte les dispositions réglementaires (conseillé) ;
- à réception des travaux lors d'une vérification initiale complète (réglementaire) qui consiste à vérifier l'adéquation des protections avec les besoins définis dans le dossier technique de conception et réalisation ainsi que leur conformité vis-à-vis des normes de référence ;
- annuellement par alternance (réglementaire) :
  - o d'une vérification complète qui consiste à vérifier l'adéquation des protections avec les besoins définis dans l'étude de conception et réalisation ainsi que leur conformité vis-à-vis des normes de références ;
  - o d'une vérification visuelle qui consiste à s'assurer du respect de la conformité des points listés dans les normes de références ;
- après destruction ou réparation, ou lorsque l'on sait que la structure a été frappée par la foudre (réglementaire).

### d) Méthode de vérification

La méthode de vérification, définie par les normes NF EN 62305-3, NF EN 62305-4 et NF C17102, est complétée dans le présent document afin de guider l'intervenant lors des vérifications périodiques.

#### La conception est conforme à la norme applicable à la structure.

➔ Vérifier la documentation technique :

Critères de conformité :

- Existence de l'Analyse du Risque Foudre et adéquation avec les structures existantes.
- Existence d'une Etude Technique de conception et adéquation avec la liste des structures de l'ARF.

➔ Vérifier le respect des règles et prescriptions des normes :

Critères de conformité :

Les éléments suivants remplacés lors d'opérations de maintenance doivent être conformes aux normes produits suivantes :

- Paratonnerre à dispositif d'amorçage conforme à la norme NF C 17102 ;
- Composants de connexion conformes à la norme NF EN 62561-1 ;
- Caractéristiques des conducteurs et des électrodes de terre conformes à la norme NF EN 62561-2 ;
- Eclateurs d'isolement conformes à la norme NF EN 62561-3 ;
- Composants de fixation des conducteurs conformes à la norme NF EN 62561-4 ;
- Compteurs de coup de foudre conformes à la norme NF EN 62561-6 ;
- Regards de visite des prises de terre NF EN 62561-5.

#### Aucun dommage du système de protection foudre intérieur, des parafoudres et des protections des déconnecteurs n'est relevé :

➔ Pour les parafoudres « réseaux Basse Tension » :

- Vérifier l'indicateur d'état des parafoudres (Etat correct, Etat « fin de vie ») ;
- Vérifier que la protection (déconnecteur amont) est conforme aux préconisations du fabricant ;
- Vérifier que les disjoncteurs de protection des parafoudres sont bien enclenchés ;
- Vérifier l'état des fusibles à l'aide d'un ohmmètre pour les modèles non équipés de percuteurs ;
- Vérifier qu'il n'y a pas eu de changement de régime de neutre ou d'augmentation de la valeur du courant de court-circuit présumé. Dans le cas de l'augmentation du courant de court-circuit présumé, vérifier que celui-ci reste inférieur à la tenue en court-circuit des parafoudres.

Critères de conformité : les parafoudres sont en bon état et leur protection est satisfaisante.

➔ Pour les parafoudres « Courants Faibles », vérifier, auprès de l'exploitant, le fonctionnement des lignes :

Critères de conformité : les lignes de télécommunication sont actives.

**Les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts :**

➔ Vérifier la présence des conducteurs d'équipotentialité et leur état :

Critères de conformité : les connexions sont en bon état.

**L'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués :**

➔ Vérifier que la réalisation de cette équipotentialité. Dans le cas où les nouveaux conducteurs d'équipotentialité comportent des parties non visibles, une mesure a été effectuée. Le résultat est consigné dans le rapport :

Critères de conformité : les connexions sont réalisées et les sections des conducteurs sont respectées.