

**BUREAU VERITAS EXPLOITATION**  
1, rue Madeleine Brès  
25000 BESANCON  
Téléphone : 06 85 71 82 72  
Mail : [claude.flaiwe@bureauveritas.com](mailto:claude.flaiwe@bureauveritas.com)

**A l'attention de Mme BERTOLDI Erica**

**USID MTN**  
**13 Avenue du 11ème RI**  
**82013 MONTAUBAN Cedex**

Copies à Mme FEDELE  
M. BALEICH – DALLEAU - SUC

## **ETUDE TECHNIQUE FOUDRE SUR LES STRUCTURES DE L'ENTREPRISE**

**9ème RSAM - Bâtiment 007**

(installations soumises à l'arrêté du 04/10/2010 modifié)

Intervention du 20 juin 2022

**Nom du site :**



**Lieu d'intervention :**

Quartier Capitaine VERGNES  
702, Avenue de Nègrepelisse  
82000 MONTAUBAN

Numéro d'affaire : 13784860  
Référence du rapport : 13784860/957.1.1.R  
Rédigé le : 21/06/2022  
Par Claude FLAIVE  
Référence Client : n° engagement 1405810808



Ce rapport contient 31 pages avec ses annexes



# Sommaire

<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 technique foudre .....	4
1.2.1 Structure 007 .....	5
1.3 Mesures de détection et prévention.....	5
1.4 Démarches à entreprendre à l'issue de l'étude technique .....	5
<b>2 Préambule .....</b>	<b>6</b>
2.1 Références réglementaires et normatives .....	8
2.2 Déroulement de l'étude technique .....	9
2.3 Principes sur les mesures de protection .....	10
2.3.1 Le dispositif passif.....	10
2.3.2 Le dispositif actif .....	10
2.3.3 Notions sur les zones de protection foudre .....	11
2.4 Notice de vérification et de maintenance – Carnet de bord de l'installation.....	11
2.5 Cadre de la mission.....	11
2.6 Limites de l'étude technique .....	12
2.7 Personnes rencontrées .....	12
<b>3 Documents présentés .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Prescriptions de l'analyse du risque foudre .....</b>	<b>13</b>
4.1 Mesures de protection à mettre en œuvre selon l'ARF .....	13
4.2 Mesures et dispositifs de prévention à mettre en œuvre selon l'ARF .....	13
<b>5 Cahier des charges bâtiment 007.....</b>	<b>14</b>
5.1 Données provenant de l'ARF .....	14
5.2 Système de protection foudre - Installation Extérieure de Protection Foudre (IEPF) .....	15
5.3 Système de protection foudre – Installations intérieures de protection foudre (IIPF) .....	15
5.3.1 Dispositifs de protection existants .....	15
5.3.1.1 Parafoudres en place sur l'installation .....	15
5.3.1.2 Réseau de terre générale et liaisons équipotentielles des canalisations conductrices entrantes .....	16
5.3.2 Travaux à réaliser dans le cadre des installations intérieures de protection foudre .....	17
5.3.2.1 Equipotentialité foudre des réseaux conducteurs entrants .....	17
5.3.2.2 Equipotentialité foudre des lignes entrantes dans la structure.....	17
5.3.2.3 Prescriptions générales sur la mise en œuvre des parafoudres .....	17
5.3.2.4 Protection des installations des circuits de puissance (courants forts CFO) .....	18
5.3.2.4.1 Description de la distribution basse tension et des armoires concernées .....	18
5.3.2.4.2 Evaluation des courants de décharge .....	19
5.3.2.4.3 Fonctions et Equipements Importants pour la Sécurité.....	21
5.3.2.5 Protection des installations de communication entrants (courants faibles CFA).....	22
5.4 Mesures de protection contre l'IEMF (MPF) .....	22
5.5 Mesures de détection et de prévention.....	23
5.5.1 Détection à l'aide d'outils spécifiques .....	23
5.5.2 Détection humaine .....	23
5.5.3 Mesures de prévention à mettre en œuvre .....	23
5.5.4 Enregistrement des événements .....	23
5.6 Synthèse du cahier des charges des travaux à réaliser .....	24
<b>6 Annexes.....</b>	<b>25</b>

## HISTORIQUE DU RAPPORT

Numéro de rapport - Version	Date	Commentaires
13784860/957.1.1.R	21/06/2022	Original

## Sommaire

Le dernier rapport annule et remplace la version précédente.

# 1 Synthèse des travaux à réaliser

## 1.1 Rappel sur les installations existantes

Le bâtiment n'est pas équipé d'une protection foudre.

## 1.2 Travaux découlant de l'étude technique foudre

Conformément à l'article 20 de l'arrêté de du 04/10/2010 modifié, l'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention doivent être réalisées, à l'issue de l'étude technique, par une société disposant de la qualification **QUALIFOUDRE** attribuée par l'INERIS.

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 technique foudre, et dont le détail est donné dans le corps du rapport, 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 doivent être soumises à l'approbation de Bureau Veritas Exploitation et une mission complémentaire pourra être proposée pour une mise à jour de l'étude technique 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 dossier des œuvres exécutées (DOE) et compléter le carnet de bord** au regard du matériel installé et des installations réalisées.

## 1.2.1 Structure 007

Bâtiment 007	
Synthèses des travaux préconisés	
<p>Système de protection foudre</p> <p><b>SPF</b></p>	Structure non concernée et absence de travaux à réaliser à ce titre.
<p><b>Liaisons équipotentielles</b></p> <p>Réseaux conducteurs entrants</p>	<p>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.</p> <p>Absence de travaux à réaliser à ce titre.</p>
<p>Equipements Importants Pour la sécurité</p> <p><b>MMR / EIPS</b></p>	<p>La protection de la centrale incendie ESSER contre les surtensions est à assurer, selon les prescriptions données dans l'étude, par <b>parafoudres adaptés</b> installés au plus près de l'équipement et sur la ligne de report des alarmes.</p> <p>L'origine de la tête de câbles dans le bâtiment 007 et la ou les paires concernées par le renvoi d'alarmes sont à identifier car les informations n'ont pas pu nous être communiquées lors de notre mission.</p>
<p>Mesures de protection contre l'IEMF</p> <p><b>MPF</b></p>	Absence de travaux à réaliser à ce titre.
<p><b>Mesures de prévention et autres dispositions</b></p>	<p>Un <b>dossier technique des ouvrages exécutés (DOE)</b> doit être établi à l'issue des travaux et sera à minima constitué de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'inventaire détaillé des travaux réalisés ;</li> <li>- Des fiches techniques de chacun des composants du système de protection foudre intérieur précisant la conformité aux normes pour chacun de ceux-ci ;</li> <li>- Les notices de fonctionnement et de maintenance du matériel installé.</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 technique

L'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention réalisées à l'issue de l'étude technique sont à réaliser **avant la mise en exploitation** pour les structures dont la demande d'autorisation a été déposée après le 24 août 2008 et **au plus tard deux ans après l'élaboration de l'analyse du risque foudre** pour les autres structures.

**L'installation** des protections doit faire l'objet d'une **vérification complète** par un organisme distinct de l'installateur au plus tard **6 mois après sa réalisation**.

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

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une **remise en état**, celle-ci doit être réalisée **dans un délai maximum d'un mois**.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre **sont à consigner dans le carnet de bord**. Les enregistrements des agressions de la foudre sont à dater et doivent être si possible localisés sur le site.

Après un coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection est **à réaliser dans un délai maximum d'un mois**.

## 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.

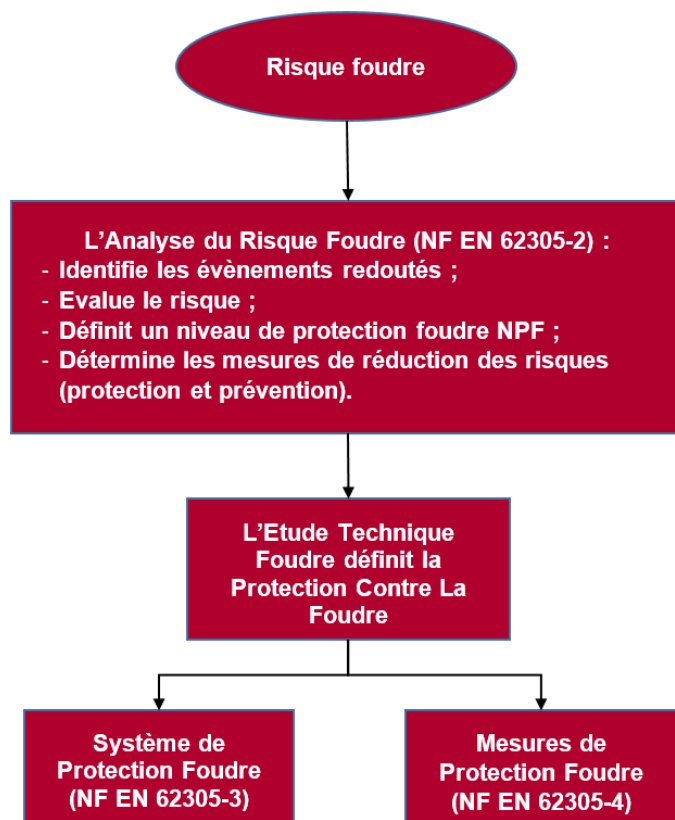
La **protection contre la foudre** (PCLF) est une installation utilisée pour réduire les risques sur les structures et/ou sur les réseaux contre les effets de la foudre.

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 et notamment pour les **Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement** (ICPE).

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'**Etude Technique Foudre** (ETF), 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** utilisés comme **Moyens de Mesure de Maitrise des Risques** (MMR) et les **Equipements Importants Pour la Sécurité** (EIPS) selon la réglementation des ICPE ;
- **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 ;
- **Limiter 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 courants forts « CFO ») et les réseaux de communication (dits 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

Conformément à l'article 19 de l'arrêté de du 04/10/2010 modifié, les systèmes de protection contre la foudre prévus dans notre étude technique sont établis sur la base des normes françaises ou en référence à toute norme équivalente en vigueur dans un Etat membre de l'Union européenne.

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

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation

Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées (NOR DEVP0801538C)

Norme NF EN 62305-1 : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux (Juin 2006).

Norme NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation des risques (Novembre 2006).

Norme NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains (Décembre 2006).

Norme NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre - Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures (Décembre 2006).

Norme NF EN 61643-11 : Dispositifs de protection contre les surtensions connectés 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) (parties 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 (septembre 2011).

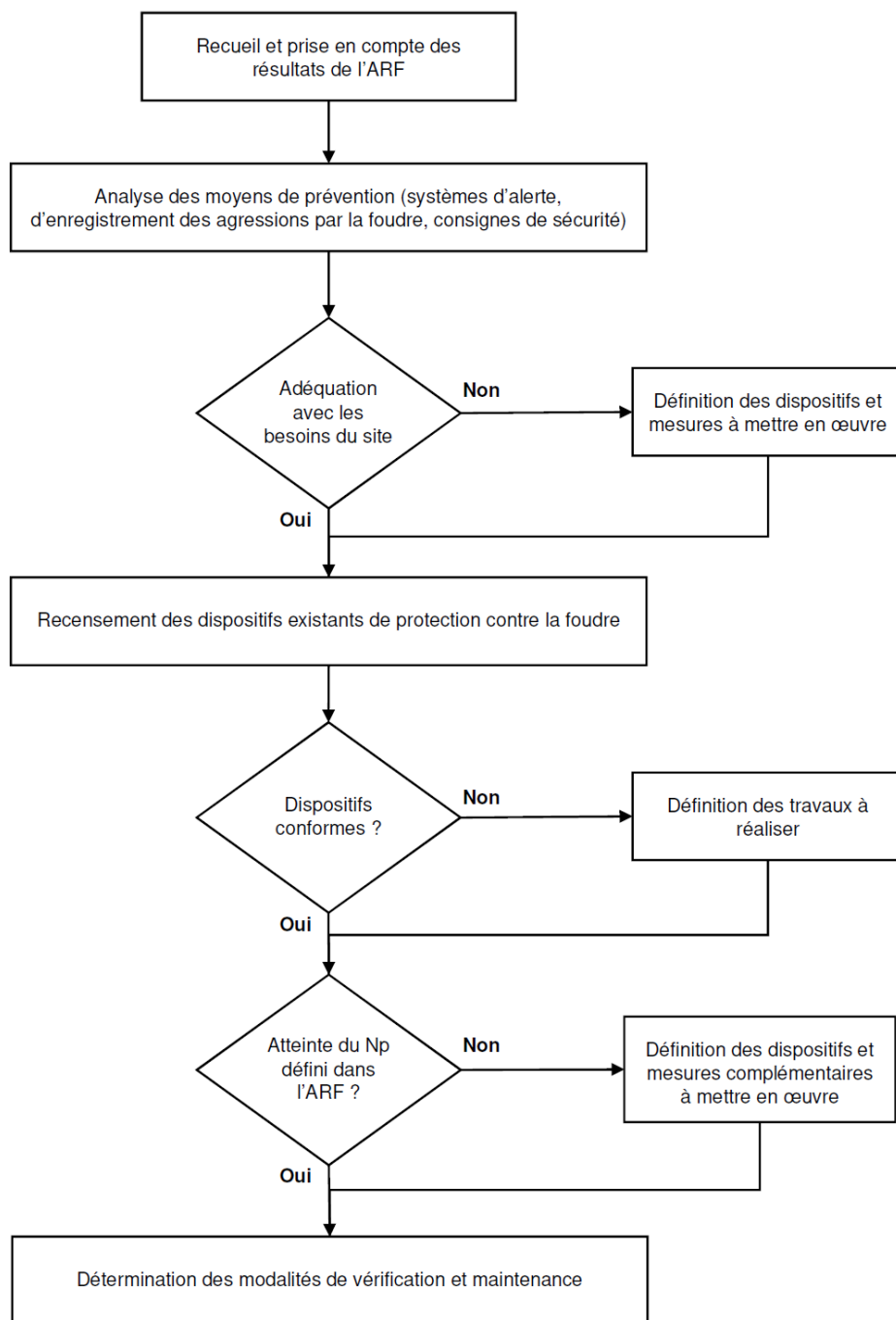
Guide UTE C 15-443, § 7 et 8 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installations des parafoudres (Août 2004).

Rapport n° 2013/01 du GESIP : Protection des Installations Industrielles contre les effets de la foudre (Juillet 2013).



## 2.2 Déroulement de l'étude technique

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



Une étude technique de protection foudre consiste à définir un cahier des charges spécifiant :

- 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 au travers les vérifications et opérations de maintenance.

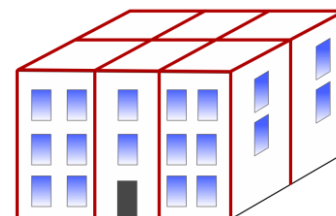
## 2.3 Principes sur les mesures de protection

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.

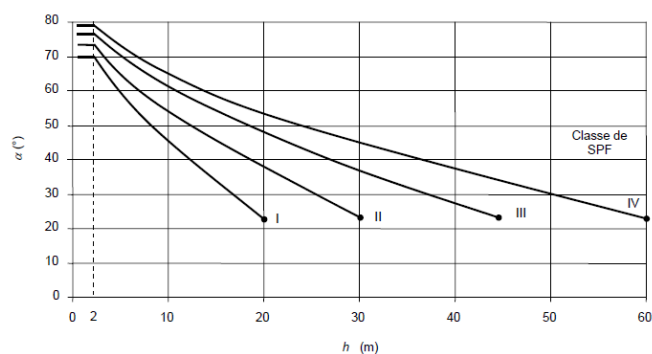
### 2.3.1 Le dispositif passif

Le dispositif passif est un dispositif qui ne provoque pas le foudrolement 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.

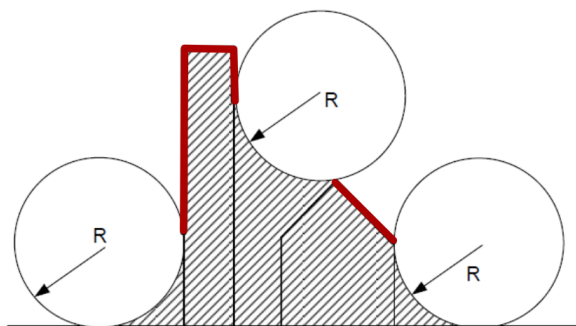
Selon la norme NF EN 62305-1, les paramètres suivants sont utilisés pour définir l'emplacement des dispositifs de capture (cages maillées, tiges simples, fils tendus) et notamment la zone de protection contre la foudre ZPF<sub>0B</sub> :



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

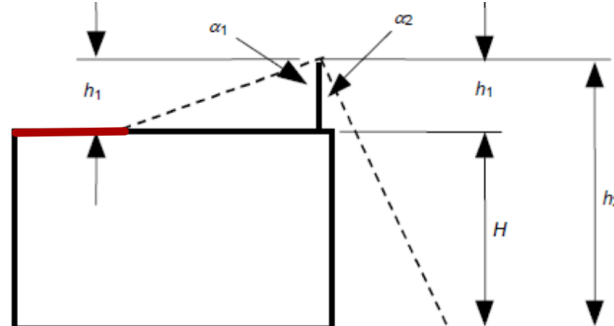


Application de la méthode de la sphère fictive



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



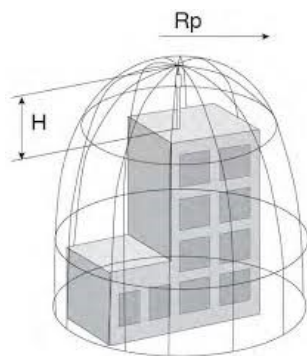
Le volume protégé a la forme d'un cône circulaire ayant pour axe la tige de capture et pour demi-angle la valeur  $\alpha$ .

Surface non protégée

### 2.3.2 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<sub>p</sub> :

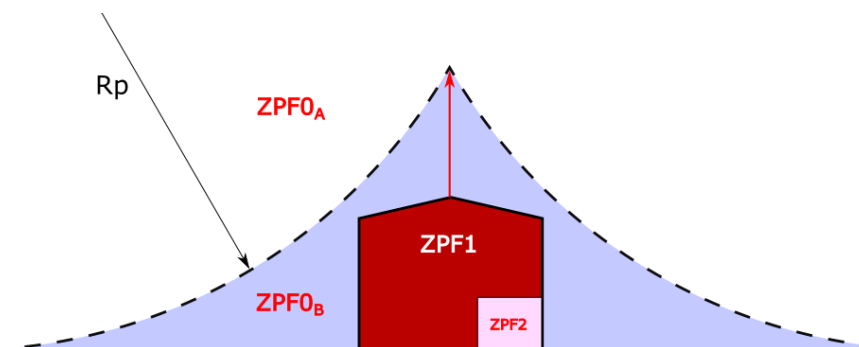


Le volume protégé l'est selon une surface de révolution définie par les rayons de protection correspondants aux différentes hauteurs prises en compte et dont l'axe est celui du paratonnerre.

### 2.3.3 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<sub>A</sub>) ou protégée (ZPF0<sub>B</sub>) 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...).

### 2.4 Notice de vérification et de maintenance – Carnet de bord de l'installation

Les documents listés ci-après sont fournis avec notre étude technique foudre et font partie intégrante de celle-ci :

- Notice de vérification et maintenance : n° 13784860/95x.1.1.NVM
- Carnet de bord de l'installation : n° 13784860/95x.1.1.CB

En cas de modification de l'étude technique foudre, ces documents devront être remis à jour.

### 2.5 Cadre de la mission

Notre mission a consisté à réaliser une étude technique foudre portant sur la protection du bâtiment contre les effets directs et indirects de la foudre. Elle est basée sur les résultats de l'ARF effectuée dans le cadre de l'arrêté du 04/10/2010 modifié.

## 2.6 Limites de l'étude technique

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'IEMF) 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 technique 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, la notice de vérification et maintenance les intégrera et la conformité des installations devra être assurée.

## 2.7 Personnes rencontrées

A notre arrivée, nous nous sommes présentés à Mme BERTOLDI Erica - Fonction : chargée d'environnement

☎ : 05 63 91 37 86

✉ : erica.bertoldi@intradef.gouv.fr

Le Caporal-Chef TEREKA nous a accompagnés lors de notre visite.

A l'issue de la visite sur site, nous avons fait part de nos observations à Mme BERTOLDI.

## 3 Documents présentés

Foudre	
Titre	Date et référence.
Analyse du risque foudre	17/06/2022 VERITAS n° 13784860/952.1.1.R

### 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 technique 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.

## 5 Cahier des charges bâtiment 007

Les travaux prescrits dans l'Etude Technique Foudre (ETF) devront être réalisés par une société disposant de la **qualification QUALIFOUDRE** attribuée par l'INERIS. Une liste des entreprises est disponible sur le site de l'INERIS.

### 5.1 Données provenant de l'ARF

Structure – Bâtiment 007	
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 entrantes. Pour les lignes de communication, voir les commentaires ci-dessous.	<b>Pas d'obligation</b>
<b>Eléments Importants Pour la Sécurité à protéger ou Mesures de Maitrise des Risques</b>	
Le fonctionnement de la centrale incendie, considérée comme importante pour la sécurité, doit être <b>assuré par des mesures de protection (MPF) adaptées</b> .	<b>NP IV</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>	
<p>Pour les communications et selon le TSEF1C Yohann LEFEBVRE, chargé d'affaires : « Après recherches depuis diverses sources, il n'a pas pu être trouvé de plan idoine pour le cheminement des câbles de téléphonie. Concernant l'étude du risque foudre, la seule précision que je suis en capacité de vous apporter est que vous pouvez partir du principe que tous les bâtiments disposent d'une distribution téléphonique raccordée par câble cuivre au local autocom du BAT005 ».</p> <p>Si le risque total <math>R_1</math> est limite au regard du risque tolérable <math>R_T</math>, la généralisation de la détection incendie à l'ensemble du bâtiment (stockage Nord) ramènerait ce risque à 77% de <math>R_T</math>.</p>	

Etude du choix technologique de protection de la structure – Données issues de l'ARF	
Activité principale	Stockage
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>	
Constitution	Ossature : métallique (type EIFFEL) Charpente : métallique (type EIFFEL) Couverture : bac acier Parois : maçonnerie traditionnelle (parpaing)
<b>Risques majorants retenus dans les zones de la structure</b>	
Risque d'incendie	Elevé (>800MJ/m <sup>2</sup> )

Etude du choix technologique de protection de la structure – Données issues de l'ARF	
Risques spécifiques majeurs à retenir	Pas de risque spécifique
Impact lié aux risques spécifiques (selon scénarios de l'EDD)	Sans objet
Blindage/Technologie de protection en place	
Blindage de la structure, toutes zones (Ks1 - Frontière ZPF0/1)	Pas de blindage Nota : selon la norme NF EN 62305-1 (annexe E), l'efficacité d'un blindage par maille est considérée comme satisfaisante lorsque la taille de celle-ci est inférieure ou égale à 5m. Au-delà de cette dimension, la ZPF 1 est considérée sans écran et des chocs relativement élevés peuvent se produire en raison des effets d'induction d'un champ magnétique non amorti.
Structure tolérante aux impacts foudre	Non
	Justification : risque incendie élevé
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.

## 5.3 Système de protection foudre – Installations intérieures de protection foudre (IIPF)

Afin de prendre en compte l'écoulement du courant de foudre dans l'installation extérieure et empêcher l'apparition d'étincelles dangereuses, une équipotentialité est réalisée par l'interconnexion avec le SPF et/ou le réseau de terre :

- des réseaux conducteurs extérieurs entrants et les lignes connectées à la structure ;
- des installations métalliques ;
- des réseaux internes.

Les moyens d'interconnexions sont les conducteurs d'équipotentialité et les parafoudres ou les éclateurs lorsque les liaisons directes ne sont pas possibles.

Les parafoudres (SPD) mis en place devront être **conformes aux normes de la série NF EN 61643**.

Les parafoudres et leur déconnecteur forment un ensemble qui doit supporter les essais de fonctionnement liés aux impulsions et au comportement en court-circuit en cas de fin de vie du parafoudre prescrits par les normes produits. Sauf dans le cas de déconnecteur intégré, il convient d'utiliser le ou les modèles de déconnecteur indiqués par le constructeur afin que le SPD tienne les valeurs qui lui sont assignées et garantisse l'efficacité de la protection contre la foudre.

Les fiches techniques avec conformité aux normes pour chacun d'entre eux sont à fournir avec le DOE. Ils seront pourvus d'indicateur visuel permettant de constater leur état de vie. Dans le cas contraire, la notice du constructeur devra préciser les conditions de vérification.

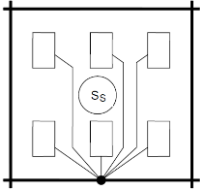
### 5.3.1 Dispositifs de protection existants

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

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

## 5.3.1.2 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 (mm²)	Nature du conducteur
-	Absence de document de conception	Informations non communiquées	-	-

Type de réseau d'équipotentialité		
<p>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> <p>Cette configuration est existante et n'est pas adaptée aux réseaux internes étendus en raison des boucles d'induction créées.</p>		<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 (mm²)	Nature du conducteur
LE 1	Façade Nord	Conduit métallique « lignes communications » (voir photo)	25	Alu
LE 2	Chaudière	Canalisation gaz	25	Cui
Constats, commentaires et observations				
Les différentes canalisations eau sont nature isolante				

<p>LE 1</p> 	<p>LE 2</p> 
---	--



## 5.3.2 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 EIPS**.

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

### 5.3.2.1 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 au niveau du sol, **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.

La continuité sera considérée comme électriquement non satisfaisante si les jonctions entre éléments ne sont pas soudées, ne sont pas mécaniquement sûres ou sont couvertes de peinture. Dans de pareils cas, il y a lieu de mettre en place des shunts (et en présence de peinture, celle-ci devra être retirée) sur ces raccords afin de rétablir l'équipotentialité des tuyauteries.

Ce point ne sera pas détaillé en absence de prescription quant à un niveau de protection foudre à atteindre.

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 25mm<sup>2</sup>. Nous tiendrons compte de cela dans nos choix pour éviter les incohérences entre les normes.

#### Cahier des charges sur les liaisons équipotentielles à réaliser sur réseaux conducteurs entrants

Repère rapport	Localisation Point de référence du réseau de terre à utiliser	Elément interconnecté	Section minimale (mm <sup>2</sup> )	Nature conducteur
Absence de travaux à réaliser				

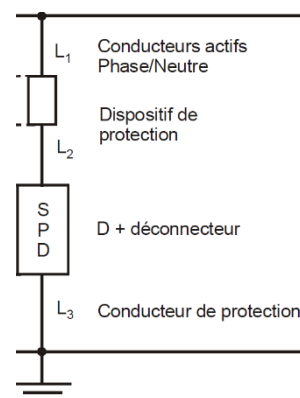
### 5.3.2.2 Equipotentialité foudre des lignes entrantes dans la structure

En référence à l'ARF menée conformément à la norme NF EN 62305-2, s'il n'existe pas de nécessité de protéger les réseaux entrants, une protection de **niveau IV** est cependant nécessaire sur les EIPS.

### 5.3.2.3 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<sub>1</sub> + L<sub>2</sub> + L<sub>3</sub>) 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, du plan de masse 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.

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

### 5.3.2.4.1 Description de la distribution basse tension et des armoires concernées

La structure est alimentée en basse tension par une ligne souterraine depuis le poste de transformation 068. Nous ne disposons d'aucune information quant aux interconnexions des réseaux de terre entre bâtiments et nous avons considérés, par la suite, qu'elles n'existaient pas.

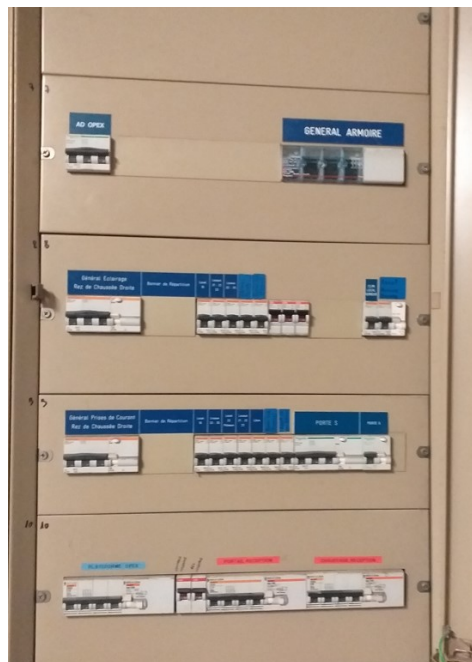
Alimentation générale électrique (TGBT)							
Repère rapport	Désignation et localisation client	Régime neutre	Tension distribution (V)	I <sub>k3</sub> (kA)	Dispositif de protection en tête d'armoire ou en amont du circuit concerné		
					Type *	Calibre (A)	PdC (kA)
AGBT	Circulation zone bureaux	TT	230/410	7	Int	4x250	-
Prescriptions et commentaires							
Valeur Ik3 estimée par nos soins en absence d'information sur le schéma d'armoire							

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

Armoires divisionnaires dans lesquelles seront mis en place des parafoudres							
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)
AD 1	Tableau zone bureaux	TT	230/410	7	Int	4x100	-

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

Armoire AD 1



## 5.3.2.4.2 Evaluation des courants de décharge

La structure n'est pas équipée de paratonnerre et n'est pas alimentée par une ligne aérienne. Le ou les parafoudres sur les lignes entrantes pourront être de type 2.

### 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 (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 :

- **5 kA** pour l'énergie ;
- **5 kA** pour les communications.

*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).*

## 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
Longueur en km de ligne aérienne (dans la limite des 500m) : L **	0	0
Longueur aérienne alimentant l'installation < à 0,5 km	Longueur en km	
Longueur aérienne alimentant l'installation >= à 0,5 km	0,5	
Situation de la ligne aérienne et du bâtiment : $\delta$ *	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

Niveau kéraunique retenu : $N_k=10N_{sg}$	Nk retenu =	14,9
Densité de foudroiement selon interprétation NF C17-102 F11 (2015)	Nsg carte =	
Densité de foudroiement selon réseau METEORAGE (impacts/km²/an)	Nsg Météorage =	1,49

### 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 =	31,3	5
Communication	Niveau d'exposition aux surtensions =	31,3	5

Pour les **réseaux internes** à la structure ou pour les **réseaux entrants ne provenant pas des réseaux publics**, le choix de la valeur d' $I_n$  a été fait selon les prescriptions du tableau E2 de la norme NF EN 62305-1 :

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

- **2,5kA** pour l'énergie ;
- **0,05kA** pour les communications.

Tableau E2 (NF EN 62305-1 de 2006)

Valeurs minimales courants de décharge (kA)	SPD de classe II $I_n$ - Onde 8/20µs (courants induits)			
	Cas A		Cas B	
	Source S4 impact à proximité du service		Sources S1 et S2 impacts sur ou à proximité de la structure	
NF EN 62305-1 (2006) Niveaux de protection	Réseau de puissance	Réseau de communication	Réseau de puissance	Réseau de communication
I - II	5	0,1	0,2	0,1
III - IV	2,5	0,05	0,1	0,05

## 5.3.2.4.3 Fonctions et Equipements Importants pour la Sécurité

La protection des fonctions et équipements de sécurité est assurée par la mise en place des parafoudres listés dans le tableau suivant :

Cahier des charges relatif aux protections des MMR et EIPS													
Repère rapport	Repère armoire rapport	SPD existant maintenu	EIPS / MMR à protéger	Equipement connecté au SPF extérieur	Catégorie tenue chocs $U_w$ (kV)	Réseau	Mode connex.	Type SPD	$U_c$ (V) $\geq$ à	$U_p$ (kV) $\leq$ à	$I_n$ (kA) $\geq$ à *	$I_{imp}$ (kA) $\geq$ à	$I_{sccr}$ (kA) $\geq$ à
SPD 1	AD 1	Non équipé	Centrale incendie ESSER ECS 8000 M	Sans objet	1,5	3P+N	CT2	T2	253	1,2	5	-	7
Prescriptions et commentaires													
<p>La longueur linéaire de câble entre ce parafoudre et l'équipement à protéger ne pourra pas être supérieure à 10m. L'implantation dans l'armoire AD 1 pourra satisfaire à cette condition. En raison de la configuration de l'armoire, il a été fait le choix d'un parafoudre 3P+N placé en tête de l'installation.</p> <p>Pour les boucles détection internes de détection, et en absence de système de protection foudre sur la structure, il a été considéré que le champ magnétique dans celle-ci pouvait être négligé et que leur protection n'était pas nécessaire.</p>													

\* : la valeur  $I_n$  a été déterminée selon les exigences du guide UTE C 15443 ou de la norme NF EN 62305-1.

Centrale incendie ESSER



## 5.3.2.5 Protection des installations de communication entrants (courants faibles CFA)

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

- La ligne téléphonique de report des alarmes incendie vers poste de garde considérée comme importante pour la sécurité.

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.

Selon le TSEF1C Yohann LEFEBVRE, chargé d'affaires : « Après recherches depuis diverses sources, il n'a pas pu être trouvé de plan idoine pour le cheminement des câbles de téléphonie. Concernant l'étude du risque foudre, la seule précision que je suis en capacité de vous apporter est que vous pouvez partir du principe que tous les bâtiments disposent d'une distribution téléphonique raccordée par câble cuivre au local autocom du BAT005 ».

### Cahier des charges relatif aux protections des réseaux de communications entrants

Repère rapport	Equipements à protéger	Localisation	Parafoudres					Commentaires Caractéristiques de transmission
			Type	U <sub>c</sub> (V) mini	U <sub>p</sub> (kV) maxi	I <sub>n</sub> (kA) mini	I <sub>imp</sub> (kA) mini	
SPD 2	Câbles multipaires téléphonie (RTC)	Tête de câble Paires concernées par le renvoi d'alarme	C2	180	0,2	5	-	

#### Prescriptions et commentaires

La ligne téléphonique en cuivre nécessite une protection contre les effets directs de la foudre. Des parafoudres (fonction du nombre de paires qui reste à déterminer) doivent être prévus à la pénétration dans le bâtiment 007 (localisation non possible par nos accompagnateurs). Par conséquent, en absence d'information techniques autres, il y aura lieu de localiser la tête de câbles à l'entrée dans le bâtiment puis la ou les paires concernées pour le renvoi des alarmes incendies sur lesquelles devront être mise en place la parafoudres préconisés.

Les paires non utilisées au niveau du répartiteur principal du réseau de téléphonie doivent être reliées à la terre

En absence de document mis à notre disposition et traitant de la distribution puis de la nature des réseaux CFA, le repérage de ces circuits et informations techniques sont à fournir par l'exploitant lors de la phase travaux.

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

Le principe des MPF consiste en la protection des installations et réseaux internes (dans les ZPF<sub>1</sub> 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.

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.

Idealement, 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.

## 5.5 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.

### 5.5.1 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.

### 5.5.2 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.

### 5.5.3 Mesures de prévention à mettre en œuvre

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

### 5.5.4 Enregistrement des événements

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié demande à ce que les agressions de la foudre soient enregistrées et que tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (coup de foudre,...) soient consignés dans un carnet de bord tenu à jour par l'exploitant.

En absence de système de protection foudre extérieur et afin de permettre de **constater l'activité orageuse sur le site** puis comptabiliser et enregistrer, dans la notice de vérification et maintenance, les surtensions sur l'installation :

- un compteur d'impulsions peut être placé au niveau du parafoudre ;
- un abonnement peut être souscrit auprès de METEORAGE.

## 5.6 Synthèse du cahier des charges des travaux à réaliser

Le **cahier des charges** définit :

- les éléments du SPF de la structure et des MPF à l'intérieur de la structure ;
- la justification des caractéristiques techniques, le dimensionnement et la localisation des composants ;
- la prévention, le système d'alerte le dispositif d'enregistrement des agressions.

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

Bâtiment 007	
Synthèses des travaux préconisés	
Système de protection foudre <b>SPF</b>	Structure non concernée et absence de travaux à réaliser à ce titre.
<b>Liaisons équipotentielle</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. Absence de travaux à réaliser à ce titre.
Equipements Importants Pour la sécurité <b>MMR / EIPS</b>	La protection de la centrale incendie ESSER contre les surtensions est à assurer, selon les prescriptions données dans l'étude, par <b>parafoudres adaptés</b> installés au plus près de l'équipement et sur la ligne de report des alarmes. L'origine de la tête de câbles dans le bâtiment 007 et la ou les paires concernées par le renvoi d'alarmes sont à identifier car les informations n'ont pas pu nous être communiquées lors de notre mission.
Mesures de protection contre l'IEMF <b>MPF</b>	Absence de travaux à réaliser à ce titre.
<b>Mesures de prévention et 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>- L'inventaire détaillé des travaux réalisés ;</li> <li>- Des fiches techniques de chacun des composants du système de protection foudre intérieur précisant la conformité aux normes pour chacun de ceux-ci ;</li> <li>- Les notices de fonctionnement et de maintenance du matériel installé.</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
EIPS	Equipement(s) ou Elément(s) Important(s) pour la Sécurité
ETF	Etude technique Foudre
ICPE	Installation(s) Classée(s) pour la Protection de l'Environnement
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
MMR	Moyen(s) pour la Maîtrise des Risques
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

Composant de mise à la terre		Matériau	Section mm <sup>2</sup>
Bornes de terre (cuivre ou acier galvanisé)		Cu, Fe	50
Conducteurs de connexion depuis les bornes de terre au système de terre ou entre les autres bornes de terre		Cu	14
		Al	22
		Fe	50
Conducteurs de connexion depuis les installations internes métalliques et les bornes de terre		Cu	5
		Al	8
		Fe	16
Conducteurs de connexion des parafoudres	Classe I	Cu	5
	Classe II		3
	Classe III		1
NOTE Il convient les matériaux autre que le cuivre présentent une section équivalente.			

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

### 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.

### 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 secours, 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.

### Modalités de maintien en état des installations

#### • Notice de vérification et maintenance

Lors de la réalisation de l'étude technique, une notice de vérification et de maintenance est rédigée.

Elle détermine les méthodes de vérification des différents types de protection et les éléments spécifiques éventuellement utiles pour procéder à la vérification.

Elle indique également les critères de conformité des protections par rapport aux normes à appliquer ou les indications du fabricant du dispositif de protection.

Il peut être nécessaire d'adapter la notice en cas de révision de l'étude technique notamment lorsque les contraintes lors des travaux ont nécessité l'adaptation de l'installation de protection foudre définie dans l'étude technique initiale.

- **Vérifications**

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

- pendant la construction de la structure afin de contrôler les électrodes enterrées et de préciser certains points de l'étude technique (conseillé) ;
- après la mise en œuvre du SPF (réglementaire). La vérification est à réaliser par un organisme compétent autre que l'installateur ;
- annuellement par alternance d'une vérification complète et d'une vérification visuelle (réglementaire) ;
- après destruction ou réparation ou lorsque l'on sait que la structure a été frappée par la foudre (réglementaire).

- **Carnet de bord**

Tous les événements survenus sur l'installation de protection foudre (modification, vérification, impact de foudre, opérations de maintenance) sont à consigner dans le carnet de bord. Les agressions de la foudre doivent être datées et si possible localisées sur le site.