



**Pm Expertises**

33, Route du Bournazeau  
87410 Le Palais Sur Vienne

Siret : 343 314 225 000 16 - Code APE : 7112B

[www.pm-expertises.com](http://www.pm-expertises.com) - [contact@pm-expertises.com](mailto:contact@pm-expertises.com)

# **ETUDE TECHNIQUE Foudre**

## **D'UN PROJET D'ENTREPOT FRIGORIFIQUE ET DE SON EXTENSION A La Crèche (79)**



Date : 13/05/2022

**Qualifoudre**  
INERIS  
N° 1840175898205

N° : ETF-130522-01



1. DEROULEMENT D'UNE ETF .....	4
1.1 Introduction .....	4
1.2 Méthodologie .....	5
1.3 Protection des structures soumises aux effets directs (IEPF).....	7
1.3.1 Le paratonnerre à tige simple.....	7
1.3.2 La cage maillée .....	8
1.3.3 Le paratonnerre à dispositif d'amorçage.....	9
1.3.4 Le fil tendu.....	10
1.3.5 Les éléments naturels .....	10
1.3.6 Méthode de la sphère fictive .....	11
1.4 Protection des structures soumises aux effets indirects (IIPF).....	13
1.4.1 Protections principales (Type 1) .....	14
1.4.2 Protections secondaires (Type 2).....	16
1.4.3 Coordination et règle de câblage.....	16
1.4.4 Protections du réseau téléphonique.....	18
1.5 Notion de distance de séparation.....	18
1.6 Documents normatifs et réglementaires .....	20
1.6.1 Texte et Réglementation .....	20
1.6.2 Normes applicables .....	20
1.6.3 Notes Qualifoudre applicables .....	22
2. LE SITE .....	23
2.1 Présentation .....	23
2.2 Classement ICPE.....	24
2.3 Contacts.....	24
2.4 Résultats et conclusions de l'ARF .....	25
2.5 Identification des installations à protéger.....	25
3. L'ETUDE ETF.....	26
3.1 Responsable de l'étude.....	26
3.2 Documents fournis .....	26
3.3 Protections foudre existantes.....	27
3.3.1 Protections directes .....	27



Réf N° ETF-130522-01

## SOMMAIRE

Date :  
13/05/2022

Page **3 / 50**

3.3.2	Protections indirectes .....	29
3.4	Protections extérieures foudre à créer .....	31
3.4.1	STRUCTURE N°1 : Bâtiment « Cellules 4 et 5 » .....	31
3.5	Protections intérieures foudre à créer .....	37
3.6	Mesures de protection complémentaires .....	39
4.	CONCLUSION : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE .....	40
5.	ANNEXES .....	41
5.1	Installation et contrôles périodiques.....	41
5.1.1	Installation et vérification initiale .....	41
5.1.2	Vérifications périodiques .....	41
5.1.3	Vérifications complémentaires .....	43
5.2	Carnet de bord Qualifoudre.....	44



## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

### 1.1 Introduction

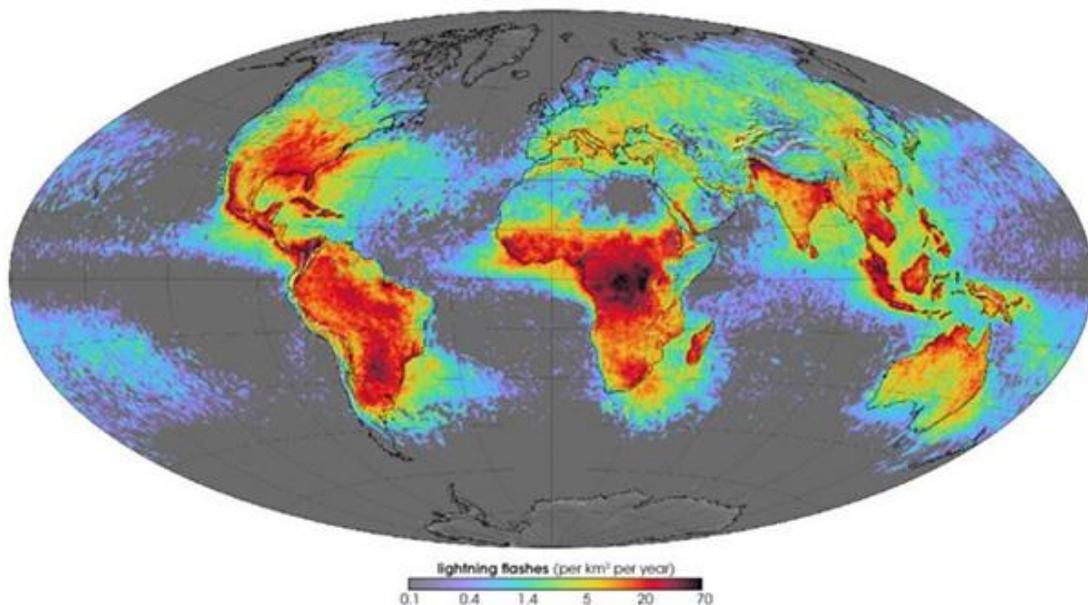
La foudre est un phénomène naturel de décharge électrostatique qui se produit lorsqu'une grande quantité d'électricité statique s'est accumulée dans les cumulo-nimbus (nuages d'orage).

La différence de potentiel électrique entre 2 zones (dans un nuage, entre deux nuages ou entre un nuage et le sol) provoque l'apparition d'un plasma qui entraîne la création du phénomène foudre (éclair et tonnerre). Cette différence de potentiel peut atteindre 100 millions de Volts.

Le Courant de foudre est un courant de très forte intensité qui peut aller de la dizaine de kA (kilo-Ampères) à plus de 100 kA pour les plus gros (99% des éclairs sont inférieurs à 200kA). Un courant de foudre moyen se situe entre 15 et 30 kA.

La zone de frappe de la foudre est diverse et variée. Elle a tendance à frapper le sol proche du nuage qui a généré l'éclair. La foudre frappe en particulier les régions de haute altitude, les bâtiments, les arbres et plus généralement tout objet proéminent : c'est l'effet de pointe.

A chaque instant se produisent environ 2000 orages dans le monde et on compte environ 5 millions d'éclairs par jour. La carte des niveaux kérauniques (nombre de fois où le tonnerre est entendu par an) ci-dessous nous montre les zones les plus impactées par la foudre dans le monde.



Les dangers de la foudre sont très nombreux et ne sont plus à prouver (physiques, chimiques, mécaniques ou physiologiques). Nous pouvons classer les dangers en 2 catégories :



- **Les effets directs** : Le courant électrique étant énorme, la matière s'échauffe et on constate de très gros dommages sur les structures, les services et les personnes.
- **Les effets indirects** : La foudre, en plus de frapper directement les structures ou les êtres vivants se propage dans le sol par courants induits. La propagation des courants induits de foudre peut affecter tout le système électrique d'une structure ainsi que les appareils électriques qui sont reliés à ce système.

## 1.2 Méthodologie

**La société PM EXPERTISES est certifiée Qualifoudre par l'INERIS. Elle s'engage à réaliser les ETF conformes aux normes en vigueur.**

L'objectif de l'Etude Technique, est de détailler les mesures de protection à mettre en œuvre qu'elles soient contre les effets directs (IEPF) ou indirects (IIPF) à savoir :

- Description des méthodes de conception utilisées pour les IEPF ;
- Préconisation des mesures de protection à mettre en œuvre en proposant les solutions les mieux adaptées et les plus rationnelles ;
- Description des protections internes (liaisons équipotentielles, parafoudres) (IIPF) ;
- Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

L'installation extérieure du SPF a pour rôle d'intercepter les coups de foudre sans dommage au point d'impact, d'écouler sans dommage le courant de décharge du coup de foudre vers la terre, et de le disperser à la terre. L'installation extérieure du SPF est donc composée de dispositifs de capture, de conducteurs de descente et de prises de terre.

Les composants formant l'installation extérieure du SPF peuvent être réalisés par l'utilisation d'éléments naturels de la construction, et/ou par l'installation d'éléments spécifiques qui constituent des paratonnerres et les mises à la terre.

L'installation intérieure du SPF a pour rôle de protéger les équipements de l'installation contre les impulsions électromagnétiques dues à la foudre (IEMF). Il existe différentes mesures pour assurer une efficacité de protection optimale des équipements en limitant les effets des IEMF :

- Equipotentialité : réduction des différences de potentiel
- Blindage et cheminement des conducteurs : réduction du champ magnétique et des surfaces de boucles
- Parafoudres coordonnés : réduction des surtensions transitoires



Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 6 / 50

Un impact direct de foudre sur une structure et l'écoulement à la terre de son courant de décharge peuvent entraîner des dommages physiques sur la structure elle-même mais également à l'intérieur de celle-ci. De plus ils peuvent aussi causer des lésions sur les personnes suite à des tensions de contact ou de pas.

- **La tension de contact** peut apparaître lorsque deux éléments métalliques ne sont pas au même potentiel électrique et qu'une personne peut être en contact direct avec ces deux éléments.

Une procédure d'exploitation pourrait inciter les personnes se trouvant dans cette situation à porter des équipements isolants (gants et chaussures).

- **La tension de pas**, peut apparaître lorsque la foudre s'écoule dans le sol et provoque une élévation importante de la tension électrique au niveau du sol.

Les personnes pouvant être présentes, à l'intérieur comme à l'extérieur, à une distance de moins de 3 mètres du périmètre des zones d'emplacement des prises de terre du bâtiment, peuvent subir une électrocution, plus ou moins importante en fonction de l'espacement entre leurs deux pieds.

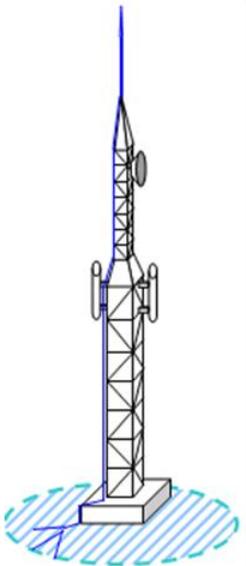


### 1.3 Protection des structures soumises aux effets directs (IEPF)

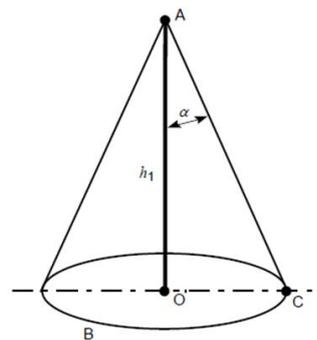
#### 1.3.1 Le paratonnerre à tige simple

Le paratonnerre à tige simple est composé d'une tige métallique effilée d'une hauteur de 2 à 8 mètres de haut dominant la structure à protéger, reliée au minimum à deux conducteurs de descente et à deux prises de terre.

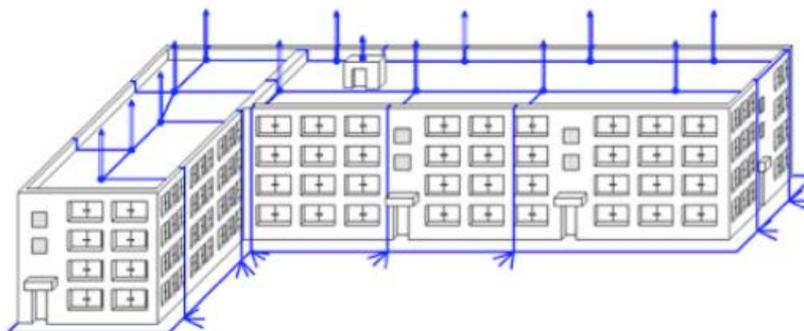
Le rayon de protection assuré par ce type de paratonnerre étant limité à 30 mètres environ (Niveau de protection IV, hauteur = 60 mètres), il est plus particulièrement réservé à la protection de petites structures ou zones tels que pylônes, cheminées, cuves, châteaux d'eau, mâts d'antennes etc...



Le volume protégé par une tige de capture verticale est censé avoir la forme d'un cône droit ayant pour axe la tige de capture, de demi-angle  $\alpha$  fonction du type de SPF, et de hauteur de la tige de capture



Exemple : grand bâtiment protégé avec des tiges simples :





Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 8 / 50

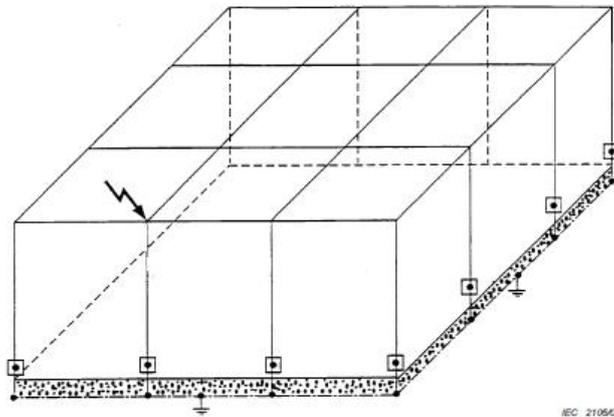
### 1.3.2 La cage maillée

Ce paratonnerre, dérivé de la cage de Faraday, est composé d'un maillage en toiture et en façade englobant la structure à protéger.

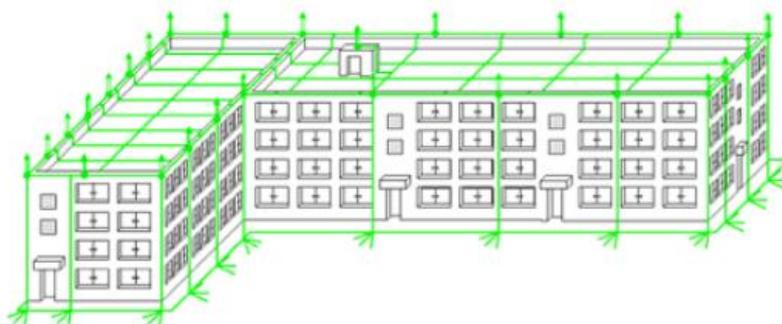
En toiture, des pointes captrices sont positionnées en périphérie et sur les points hauts. Un réseau de conducteurs suit le périmètre extérieur de la toiture. Ce réseau est complété par des transversales. La taille des mailles est comprise entre 10 et 20 mètres et varie en fonction de l'efficacité recherchée de la protection. En façade, des conducteurs de descente sont reliés en partie haute au maillage de toiture et en partie basse à des prises de terre spécifiques.

La majeure partie du courant de foudre est écoulee par des conducteurs et des prises de terre différents suivant la localisation du point d'impact de la foudre.

Niveau de protection	Maillage de toiture (m)	Distance entre les descentes (m)
1	5X5	10
2	10X10	10
3	15X15	15
4	20X20	20



Exemple : grand bâtiment protégé par une cage maillée :

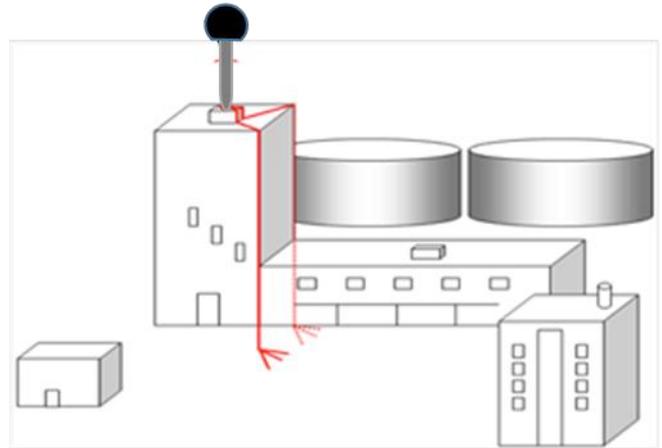
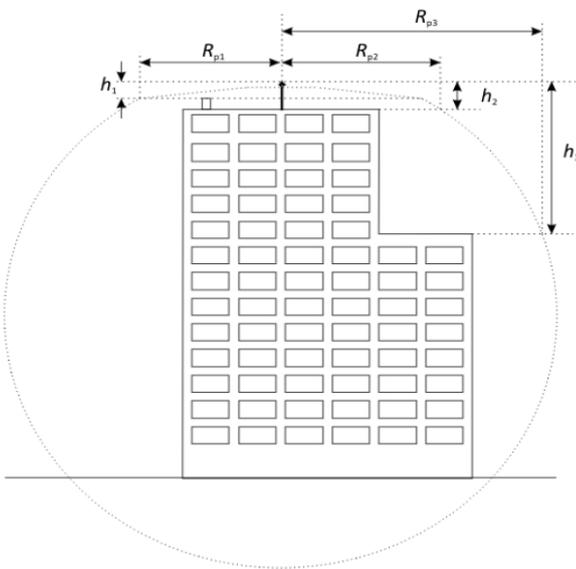




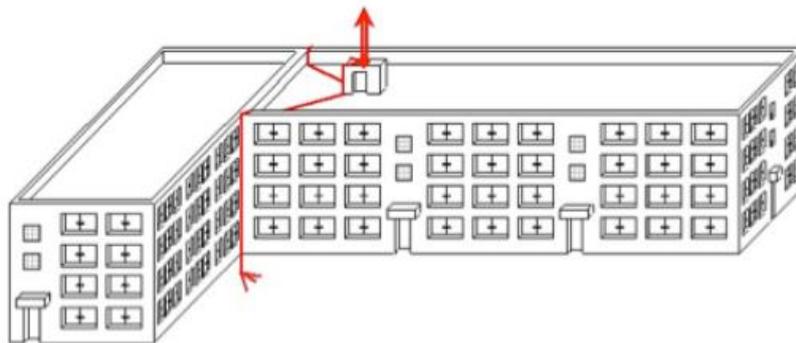
## 1.3.3 Le paratonnerre à dispositif d'amorçage

Le principe du paratonnerre à dispositif d'amorçage est de générer artificiellement à l'aide d'un dispositif d'ionisation un traceur ascendant plus précoce que les autres traceurs ascendants naturels, et donc d'établir un point d'impact privilégié sur sa pointe.

La capture du coup de foudre étant plus rapide qu'avec un paratonnerre à tige simple, cette technologie permet de bénéficier de zones de protection plus étendues, assurant la protection de structures de grandes dimensions.



Exemple : grand bâtiment protégé par un paratonnerre à dispositif d'amorçage :





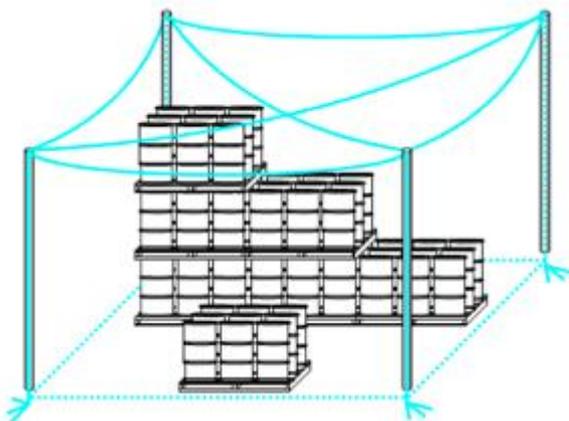
### 1.3.4 Le fil tendu

Ce paratonnerre, de principe proche à celui de la cage maillée, est constitué d'un maillage de conducteurs distant de la structure à protéger ayant pour but d'éviter que le courant de foudre soit en contact avec celle-ci.

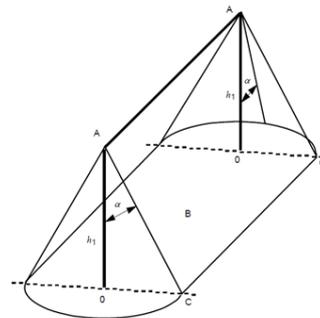
Des fils conducteurs tendus sont implantés au-dessus de la structure à protéger, raccordés à des conducteurs de descente et à des prises de terre spécifiques. La largeur des mailles et la distance entre les conducteurs de descente sont assujettis aux mêmes règles que le paratonnerre à cage maillée (méthode de la sphère fictive).

La mise en œuvre de cette protection implique une étude complémentaire au niveau mécanique (résistance des matériaux: calcul de flèches, résistance aux contraintes météorologiques...), ainsi que la définition des distances d'isolement.

Le paratonnerre à fils tendus est plus particulièrement utilisé pour protéger des zones ouvertes lorsqu'il n'existe pas de support architectural.



Le volume protégé par un fil tendu est défini par la composition des volumes protégés par deux tiges virtuelles de capture verticales dont le sommet est sur le fil.



### 1.3.5 Les éléments naturels

Composants assurant une fonction de protection contre la foudre mais non installés spécifiquement à cet effet. Ce sont des parties conductrices d'une structure ou d'un bâtiment pouvant participer à la protection extérieure par leur capacité à capter un coup de foudre ou à écouler un courant de foudre. Elles peuvent être utilisées pour remplacer tout ou partie d'une descente ou pour venir en complément d'une installation extérieure.

Ces éléments doivent répondre à des contraintes d'épaisseur, de section et de continuité (cf NF EN 62305-3), ce qui rend délicat la mise en application de cette technologie.

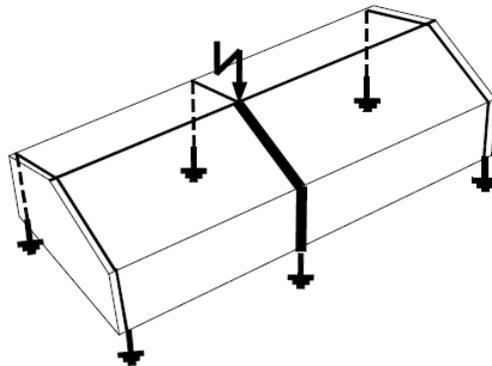


Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 11 / 50



### 1.3.6 Méthode de la sphère fictive

Lors de l'utilisation de cette méthode, l'emplacement du dispositif de capture est approprié si aucun point de la structure à protéger ne vient en contact avec une sphère de rayon  $r$ , selon la classe de SPF, roulant autour et au sommet de la structure dans toutes les directions possibles. De cette manière, la sphère touche uniquement le dispositif de capture

Pour toutes les structures plus élevées que le rayon de la sphère fictive  $r$ , des coups latéraux peuvent se produire. Chaque point latéral de la structure touché par la sphère fictive constitue un possible point d'impact. Toutefois, la probabilité de coups latéraux est généralement négligeable pour des structures de hauteur inférieure à 60 m.

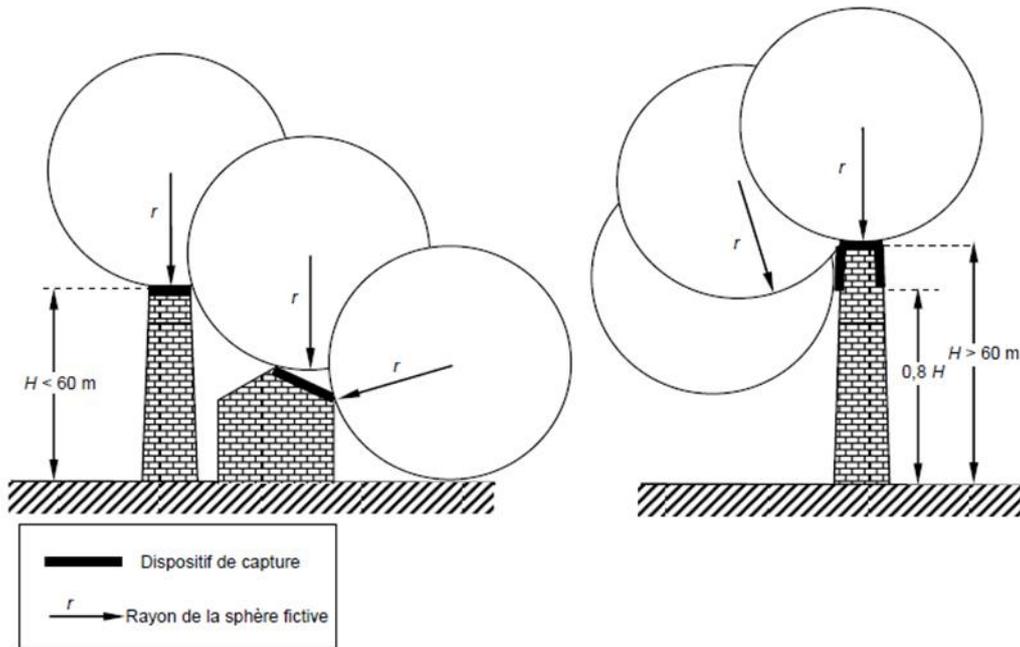
Pour des structures plus élevées, la plupart de ces coups de foudre se produisent au sommet, au niveau des arêtes horizontales et des coins de la structure. Seul un faible pourcentage de coups se produit sur le côté de la structure.

De plus, les données d'observation montrent que la probabilité de coups latéraux décroît rapidement avec la hauteur du point d'impact sur les structures élevées par rapport au sol.

Par conséquent, il convient de prendre en considération l'installation d'un dispositif de capture latéral sur la partie supérieure des structures élevées (généralement les 20 % de la hauteur de la structure les plus élevés). Dans ce cas, la méthode de la sphère fictive s'appliquera uniquement à l'emplacement du dispositif de capture de la partie supérieure de la structure.



# 1. DEROULEMENT D'UNE ETF



Selon le niveau de protection défini, la sphère fictive du modèle électro géométrique a un rayon **R** défini :

Niveau de protection	R (m)
I	20
II	30
III	45
IV	60



#### 1.4 Protection des structures soumises aux effets indirects (IIPF)

Lors d'un coup de foudre direct ou proche, les surtensions apparaissent en raison de la chute de tension au niveau de la résistance de terre et de la montée du potentiel de l'immeuble qui en résulte par rapport à l'environnement éloigné.

Les appareils de protection contre les surtensions (parafoudres) sont des appareils dont les principaux composants sont des résistances variables en fonction de la tension (varistances et écrêteurs) et/ou des éclateurs (éclateur à décharge en surface)

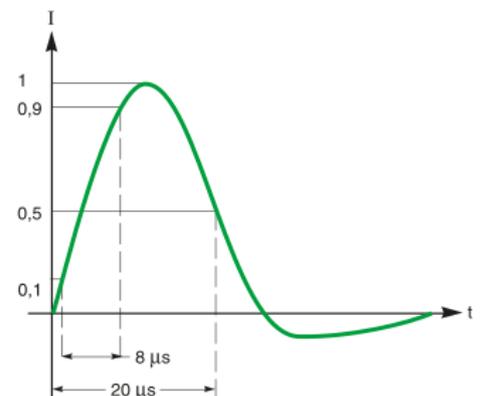
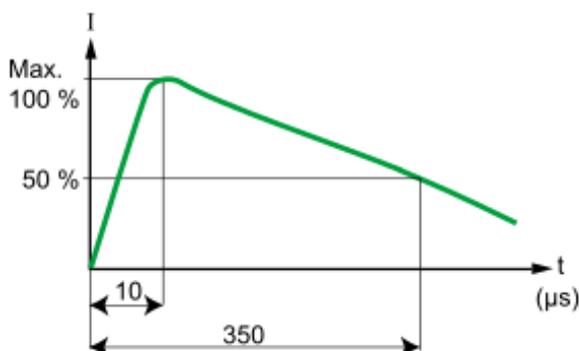
Selon la norme NF C 15-100 de Décembre 2002, il existe certaines conditions selon lesquelles des protections par parafoudres doivent être mises en œuvre, notamment le niveau kéraunique Nk :

Alimentation du bâtiment	Nk < 25	Nk > 25
Bâtiment équipé de paratonnerre	Obligatoire	Obligatoire
Alimentation BT par ligne entièrement ou partiellement aérienne	Non obligatoire	Obligatoire
Alimentation BT par ligne entièrement souterraine	Non obligatoire	Non obligatoire

Nous allons voir par la suite qu'il existe 2 types de parafoudre : les types 1 et les types 2.

- Les types 1 sont soumis à des essais de classe I : tests en onde de courant 10/350  $\mu$ s
- Les types 2 sont soumis à des essais de classe II : tests en onde de courant 8/20  $\mu$ s

Le courant est de nature impulsionnelle, et sa forme se caractérise par une valeur de crête, un front de montée jusqu'à la crête (ou temps de montée) et un temps de décroissance (cf graphiques ci-dessous) :





Le choix des parafoudres doit être fait en fonction de leur pouvoir d'écoulement en courant de décharge (facteur retenu pour les parafoudres primaires), de leur tension résiduelle (facteur important pour les parafoudres secondaires), de la tension nominale du réseau (généralement 400V triphasé), et du schéma de distribution du neutre (TN, TT, IT).

### 1.4.1 Protections principales (Type 1)

Les parafoudres de type 1 sont utilisés pour la protection des courants forts.

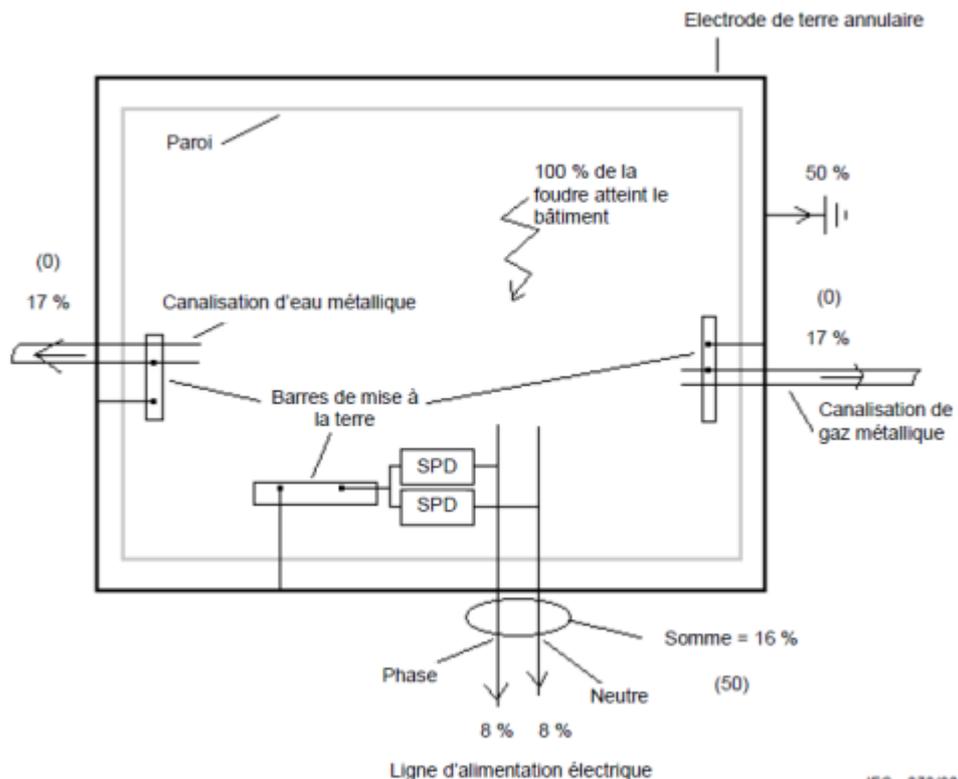
Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1** (et type 1+2), la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- 50 % vers les prises de terre
- 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure

Le courant  $I_{imp}$  est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

La norme IEC 61643-12 (Edition 2.0 2008-11) indique au § I.1.2 « *Partage du courant de choc dans une structure* » que les canalisations métalliques (eau, gaz,...) peuvent être retenues dans le calcul de répartition du courant selon le schéma et la formule ci-dessous.





Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page **15 / 50**

Le courant dépend:

- Du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

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

- Du nombre  $m$  = nombre de chemins (comprenant le nombre de lignes d'alimentations électriques ainsi que le nombre de conduites métalliques pénétrant dans le bâtiment). Les conduites métalliques doivent être mises à la terre.
- Du nombre  $n$  = nombre de pôles de la ligne d'alimentation électrique concernée (les pôles inclus les conducteurs du câble = phases + neutre + PE).

$$I_{imp(parafoudre)} = \frac{I_{max}}{2 \times (m \times n)}$$

Le tableau suivant donne les valeurs de ce courant en fonction du réseau électrique du site et du régime de neutre :

Régime de neutre	Niveau de protection			
	I	II	III	IV
	Valeur de $I_{imp}$ mini (kA)			
IT avec neutre	25	18.8	12.5	
IT sans neutre	33.3	25	16.7	
TNC	33.3	25	16.7	
TNS (Tri+neutre)	25	18.8	12.5	
TNS (mono)	50	37.5	25	
TT (Tri+neutre)	25	18.8	12.5	
TT (mono)	50	37.5	25	

Exemple : Pour un niveau de protection recherché de **I**, les parafoudres de type 1 devront être dimensionnés pour un courant minimum  $I_{imp}$  de **25 kA** et une tension résiduelle  $U_P \leq 2,5$  kV pour un réseau Triphasé +N.



Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 16 / 50

### 1.4.2 Protections secondaires (Type 2)

Les parafoudres de type 2 sont utilisés pour la protection des éléments sensibles. Ils doivent être installés en coordination avec les parafoudres de type 1 (cf chapitre 1.4.3).

#### Caractéristiques :

- Régime de neutre : IT et TN
- Tension maximale en régime permanent  $U_c = 230/400V$
- Intensité de court-circuit à respecter :  $I_{cc} = A$  définir
- Courant nominal de décharge (onde 8/20  $\mu s$ )  $I_n = 5-20$  kA
- Courant maximum de décharge (onde 8/20  $\mu s$ )  $I_{max} = 20-40$  kA
- Niveau de protection  $U_p = 1,5$  kV

#### Déconnecteurs associés :

Que ce soit pour un type 1 ou un type 2, le parafoudre devra être associé à un dispositif de déconnexion électrique (fusible ou disjoncteur) contre les courants de court-circuit. Le calibre de ces dispositifs est indiqué par le constructeur de parafoudres : si les calibres mentionnés sont supérieurs aux calibres des disjoncteurs existants en amont, le calibre des dispositifs associés peut être réduit pour assurer la sélectivité.

### 1.4.3 Coordination et règle de câblage

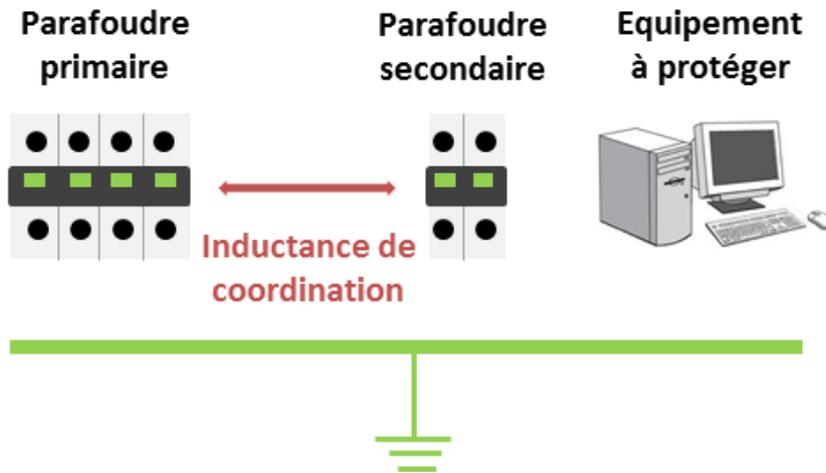
Afin de réduire la tension résiduelle (niveau  $U_p$ ) aux bornes des équipements sensibles, on peut avoir recours à la coordination de parafoudres, c'est-à-dire à installer 2 niveaux de parafoudres sur le même réseau (l'étage primaire et l'étage secondaire). Ce concept s'appelle la cascade de parafoudres.

Afin de garantir le fonctionnement optimal de cette configuration, on doit interposer entre l'étage primaire et secondaire, soit :

- Une longueur suffisante de conducteur ( $>10$  m)
- Une inductance de coordination adaptée au courant nominal de ligne

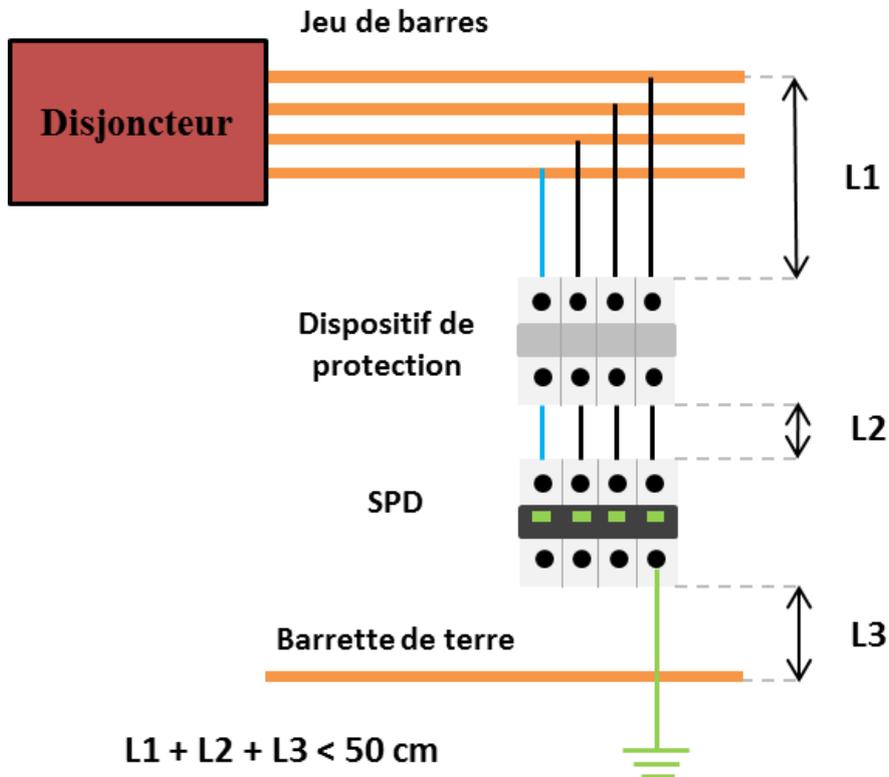


# 1. DEROULEMENT D'UNE ETF



Les parafoudres sont connectés entre chaque conducteur actif (Phase(s), Neutre) et le conducteur de Terre (PE)

La section des conducteurs de raccordements doit être supérieure à **10mm<sup>2</sup>** pour les parafoudres de Type 1.  
La longueur cumulée de conducteurs parallèle de raccordement du parafoudre au réseau ne doit pas dépasser 50cm (cf schéma ci-dessous).

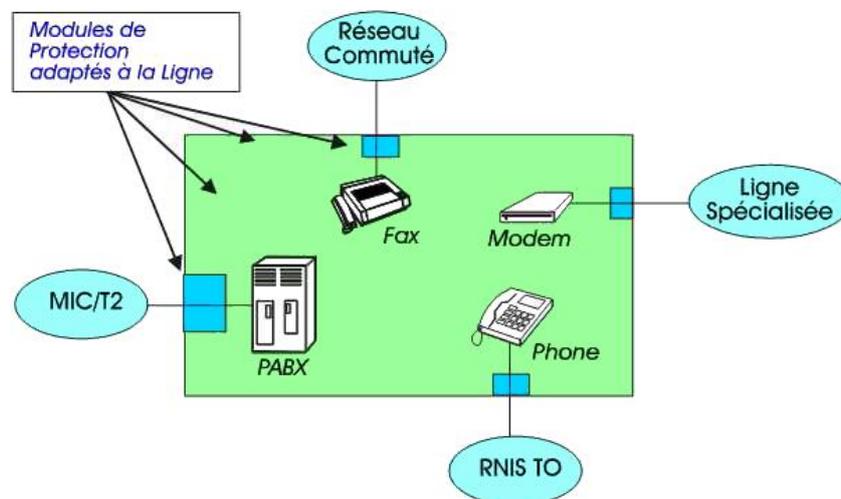




### 1.4.4 Protections du réseau téléphonique

L'interface FRANCE TELECOM/privé doit être équipée de parafoudres adaptés au type de ligne téléphonique (RTC, Numéris, MIC,LS...).

Ces parafoudres sont câblés « côté privé » et sont de technologie éclateur/diode pour offrir des performances satisfaisantes.



### 1.5 Notion de distance de séparation

La partie intérieure du SPF a pour rôle d'empêcher l'apparition d'étincelles dangereuses. Ces étincelles peuvent apparaître entre les composants de la partie extérieure du SPF et les composants suivants de la structure protégée :

- Structures et équipements métalliques intérieurs et extérieurs
- Réseaux énergie et communication extérieurs et pénétrant
- Réseaux énergie et communication intérieurs et matériels

Pour éviter l'apparition d'étincelles électriques dangereuses, il convient de respecter une distance appelée distance de séparation (s) entre les conducteurs foudre et les éléments métalliques et/ou conducteur à proximité.

S'il n'est pas possible de maintenir cette distance de séparation ou si les composants concernés ne sont pas naturellement équipotentiels, il convient d'installer une liaison équipotentielle entre eux constituée par un conducteur ou un parafoudre.



Voici la formule permettant de calculer cette distance de séparation :

$$s = k_i \times \frac{k_c}{k_m} \times l$$

Avec :  $l$  (m) = longueur entre le point où la distance de séparation est prise en compte et le point de liaison équipotentielle le plus proche

Niveau de protection retenu	$k_i$
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	$k_c$
1	1
2	1 ... 0,5
4 et plus	1 ... 1/n

Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, Briques	0.5

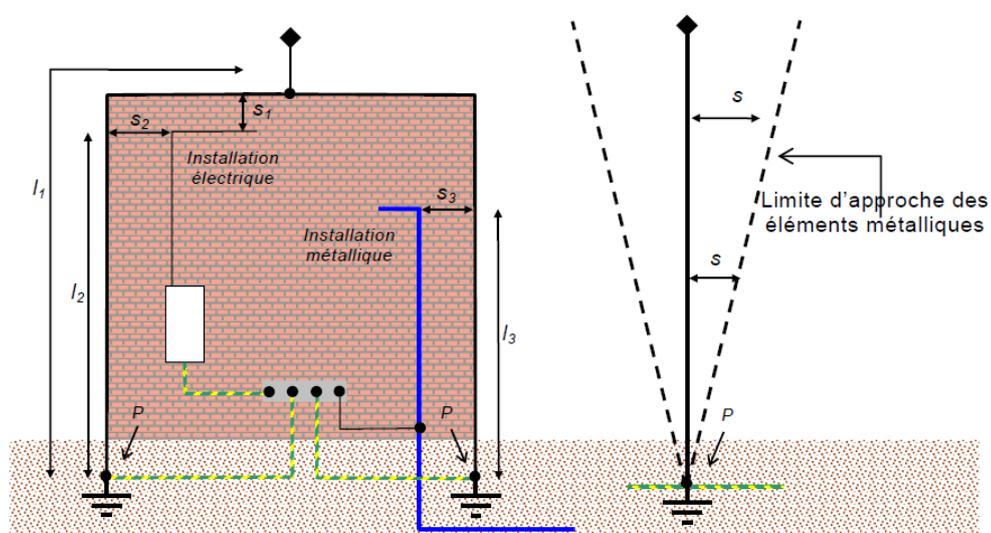


Illustration de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée  
(Source : NFC 17-102).



## 1.6 Documents normatifs et réglementaires

Les dispositifs de protection contre la foudre doivent être conformes aux normes françaises ou à toute norme en vigueur dans l'Union Européenne.

L'application des normes réduit de façon significative les risques de dommages dus à la foudre.

Nous définissons ici les textes réglementaires ainsi que les normes en vigueur en matière de protection foudre.

### 1.6.1 Texte et Réglementation

TEXTE REGLEMENTAIRE	DEFINITION
<b>Circulaire du 24 Avril 2008</b>	Protection contre la foudre de certaines installations classées soumises à autorisation
<b>Arrêté du 04 Octobre 2010 modifié</b>	relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

### 1.6.2 Normes applicables

NORMES APPLICABLES	DEFINITION	APPLIQUEES DANS L'ETF
<b>NF EN 62 305-1 (Novembre 2013)</b>	Protection des structures contre la foudre – Partie 1 : Principes Généraux	
<b>NF EN 62 305-2 (Novembre 2006)</b>	Protection des structures contre la foudre – Partie 2 : Evaluation du Risque	
<b>NF EN 62 305-2 (Décembre 2012)</b>	Protection des structures contre la foudre – Partie 2 : Evaluation du Risque	
<b>NF EN 62 305-3 (Décembre 2006)</b>	Protection des structures contre la foudre – Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains	<b>X</b>
<b>NF EN 62 305-4 (Décembre 2006)</b>	Protection des structures contre la foudre – Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures	<b>X</b>



Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page **21** / **50**

<b>NF C 17-102 (Septembre 2011)</b>	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage	<b>X</b>
<b>NF C 15-100 (Juillet 2010)</b>	Installations Electriques Basse Tension	<b>X</b>
<b>NF EN 61643-12 et 61643-22</b>	Parafoudres pour installation basse tension	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-1</b>	Composants de protection contre la foudre – Composants de connexion	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-2</b>	Composants de protection contre la foudre – Conducteur et piquets de terre	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-3</b>	Composants de protection contre la foudre – Eclateur d'isolement	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-4</b>	Composants de protection contre la foudre – Composants de fixation	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-5</b>	Composants de protection contre la foudre – Regards de visite	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-6</b>	Composants de protection contre la foudre – Compteur d'impact foudre	<b>X</b>
<b>NF EN 62561-7</b>	Composants de protection contre la foudre – Enrichisseur de terre	
<b>GUIDE UTE C 15-443 (Août 2004)</b>	Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres	<b>X</b>
<b>GUIDE pratique UTE C 17-100-2 (Janvier 2005)</b>	Méthode complète et globale de l'évaluation du risque foudre. Un grand nombre de paramètres a été pris en compte dans cette méthode. Ce guide est l'application de la norme CEI 62305-2 Protection contre la foudre – Partie 2 « Evaluation du risque ». Il a été proposé par l'Union Technique de l'Electricité (UTE). La méthode énoncée dans ce guide permet de sélectionner des valeurs en rapport avec les éléments de l'édifice à protéger. Ces valeurs vont intervenir dans les calculs pour rechercher le meilleur niveau de protection à mettre en œuvre.	



Réf N° ETF-130522-01

## 1. DEROULEMENT D'UNE ETF

Date :  
13/05/2022

Page **22** / **50**

### 1.6.3 Notes Qualifoudre applicables

NOTES QUALIFOUDRE	DEFINITION
<b>Note N°1 (Décembre 2011)</b>	Utilisation de la norme NF C 17-102 de Septembre 2011
<b>Note N°2 (Décembre 2013)</b>	Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de type 1
<b>Note N°5 (Février 2017)</b>	Critères d'acceptation des CSPF (Composants des Systèmes de Protection contre la Foudre) suivant la série NF EN 62561-x



Réf N° ETF-130522-01

## 2. LE SITE

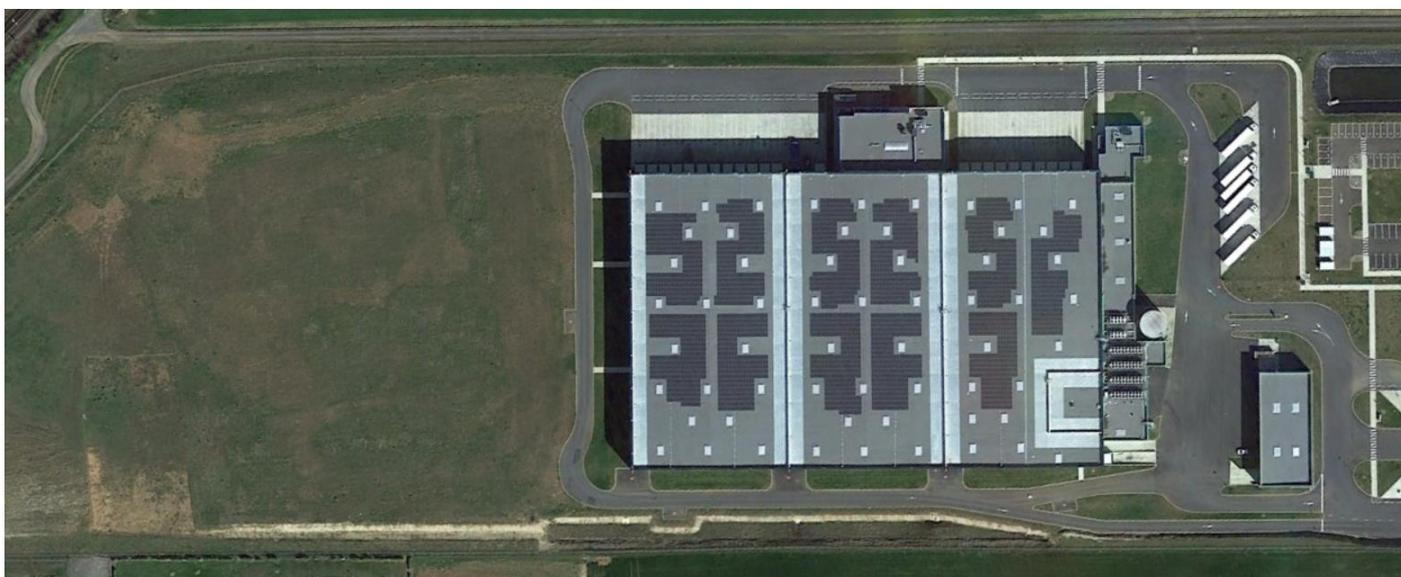
Date :  
13/05/2022

Page 23 / 50

## 2. LE SITE

### 2.1 Présentation

Entrepôt Frigorifique  
ZAC de Champs Albert  
79260 La Crèche



Argan est une foncière française spécialisée en développement et location de plateformes logistiques sur l'ensemble du territoire national. Le projet est destiné à l'un de ses clients de l'industrie agroalimentaire. A l'heure actuelle, un bâtiment de 21.323 m<sup>2</sup> (dont 18.000 m<sup>2</sup> d'entrepôts froids) est mis en exploitation. L'extension qui correspond à la construction de 2 nouvelles cellules proposera 12350 m<sup>2</sup> supplémentaire. Le volume principal de l'extension est recoupé règlementairement en 2 cellules séparées par un mur coupe-feu. Les surfaces logistiques créées regroupent des surfaces de stockage et des zones de palletiers mobiles à températures dirigées, négatives et positives et des volumes secondaires en saillis sur les façades nord et sud. Les locaux sociaux à RDC qui abritent un accueil chauffeurs, des vestiaires, des sanitaires et une salle de pause sont situés en façade nord de l'entrepôt.



Réf N° ETF-130522-01

## 2. LE SITE

Date :  
13/05/2022

Page 24 / 50

### 2.2 Classement ICPE

Le site de l' **Entrepôt Frigorifique et de son extension** est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumise à autorisation d'exploitation. La mission porte sur la protection contre le foudroiement des installations pouvant présenter un risque pour l'environnement ou pour la sécurité des personnes.

Sont concernées toutes les installations classées visées à l'article 16 de l'arrêté du 04-10-2010 « modifié » et sur lesquelles une agression par la foudre peut être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte aux intérêts visés au L.511-1 du code de l'environnement, directement par impact sur une structure ou une ligne et/ou indirectement par impact à proximité, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'enceinte du site.

Le tableau suivant montre la liste des rubriques qui sont soumises à l'arrêté du 04 Octobre 2010 :

RUBRIQUES ICPE	ACTIVITE
1511	Entrepôts frigorifiques, à l'exception des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant, par ailleurs, de la présente nomenclature.
4735	Ammoniac.

### 2.3 Contacts

Le contact principal pour la réalisation de ce projet d'étude est :

Monsieur YOMBO – Directeur des Programmes

La société PM Expertises a reçu la commande par signature du devis N° DE00000208 le 02/05/2022.



Réf N° ETF-130522-01

## 2. LE SITE

Date :  
13/05/2022

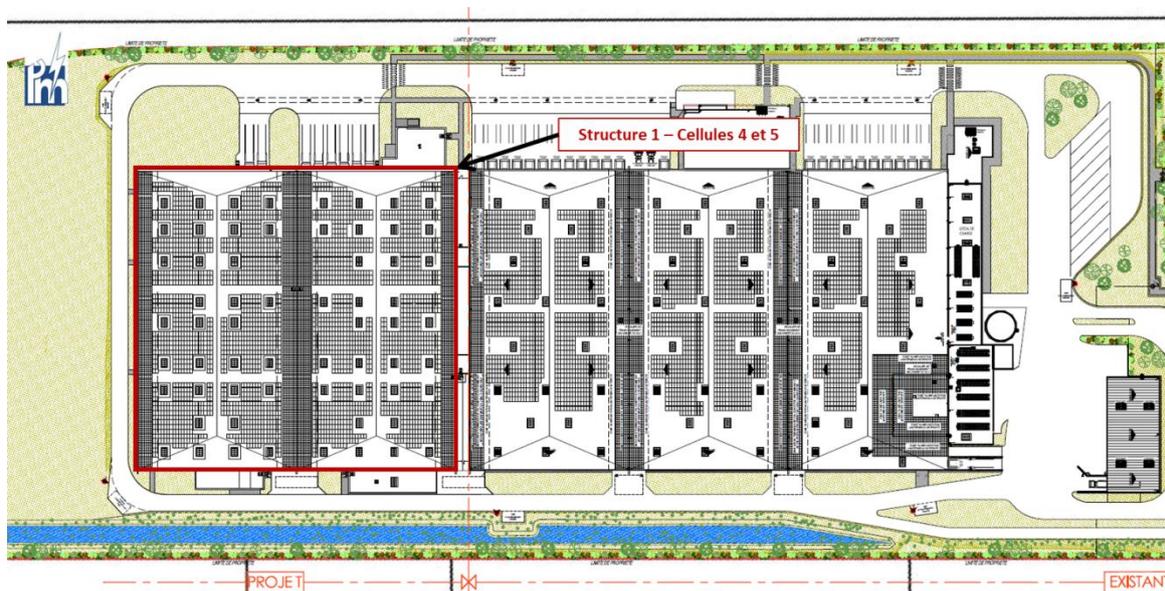
Page 25 / 50

### 2.4 Résultats et conclusions de l'ARF

L'Analyse du Risque Foudre N° ARF-100522-01 réalisée par la société PM EXPERTISES le 10/05/2022 présente les résultats suivants :

STRUCTURE N°1 : bâtiment « Cellule 4 et 5 »	
Protection des bâtiments	Protection des équipements
<b>OUI</b>  <b>NIVEAU IV</b>	Ligne 1 : NON
	Ligne 2 : <b>OUI / NIVEAU IV</b>
	Ligne 3 : <b>OUI / NIVEAU IV</b>
	Ligne 4 : <b>OUI / NIVEAU IV</b>
	Ligne 5 : <b>OUI / NIVEAU IV</b>

### 2.5 Identification des installations à protéger



STRUCTURE	NOM
<b>STRUCTURE N° 1</b>	Bâtiment « Cellules 4 et 5 »

Dans l'Analyse du Risque Foudre N° ARF-100522-01, nous avons étudié la cellule 4 qui est identique à la cellule 5. Les résultats de l'ARF s'appliquent donc à ces 2 cellules :

Les cellules 4 et 5 nécessitent la mise en place d'un système de protection foudre pour protéger le bâtiment et les lignes entrantes.



Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 26 / 50

### 3. L'ETUDE ETF

#### 3.1 Responsable de l'étude

<b>Date</b>	13/05/2022
<b>Version</b>	Indice 01
<b>Relevé d'informations terrain &amp; Rédacteur</b>	Pierre MAZET QUALIFOUDRE NIVEAU 3 

#### 3.2 Documents fournis

L'Etude Technique Foudre ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **ARGAN**, commanditaire de cette étude. Il appartient au destinataire de l'étude d'effectuer les vérifications sur les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après.

NOM	DESCRIPTIF	DATE
<b>Dossier PROMOTEUR IMMOBILIER_APRC</b>	Plans généraux existants	04/10/2019
<b>Dossier 22 03 22 – dossier déposé</b>	Plans projet extension	14/03/2022
<b>Dossier 19-ELEC COUR FAIBLE_INEO</b>	Plans, synoptiques, schémas, documentations, notes de calculs, DOE	-
<b>Dossier 19-ELEC COUR FORT_INEO</b>	Plans, synoptiques, schémas, documentations, notes de calculs, DOE	-
<b>Plan PF</b>	Plan zones ATEX	-
<b>1838 Argan Niort-PC extension 1-PC5T_Toiture - 140322</b>	Plan de masse Projet	14/03/2022
<b>Analyse du Risque Foudre APRC Projet d'entrepôt à la Crèche (79) RGC 24 087 Révision A</b>	ARF existant	29/11/2018
<b>ATL3 36096_TZ_DOE_18_NDC_TN_706_B</b>	ETF existant N° ETF-100419-02	16/05/2019

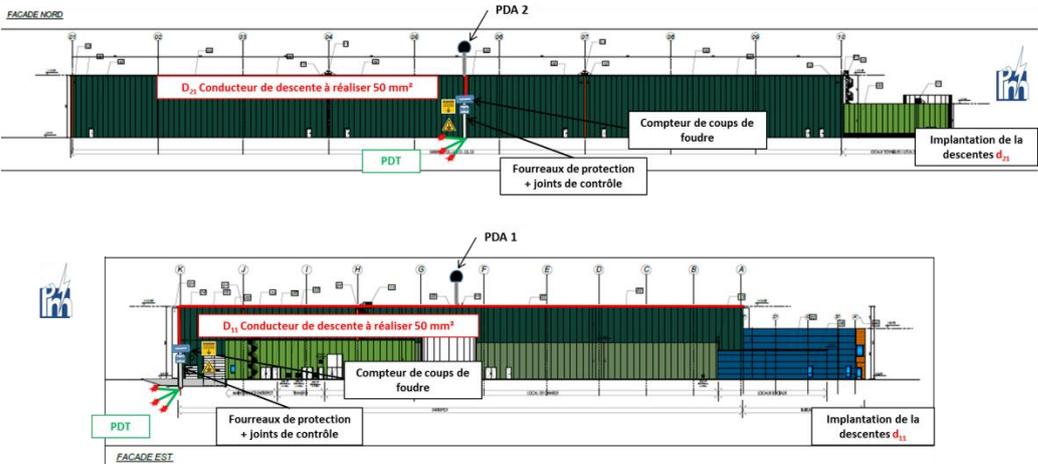


### 3.3 Protections foudre existantes

#### 3.3.1 Protections directes

Le site de l'entrepôt frigorifique ARGAN à La Crèche (79) est protégé des impacts directs de la foudre par 4 Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA). Le tableau ci-dessous recense les protections déjà en place.

- Plateforme existante : Cellules 1 à 3

PROTECTIONS	PHOTOS
<p><b>Paratonnerres 1 à 4</b></p> <p><b>PDA 1 : CIRRUS SLC60 sur la façade Est de la cellule 1</b></p> <p><b>PDA 2 : CIRRUS SLC60 sur la façade Sud de la cellule 2</b></p> <p><b>PDA 3 : CIRRUS SLC60 sur la façade Ouest de la cellule 3</b></p> <p><b>PDA 4 : CIRRUS SLC60 sur la façade Nord de la cellule 2</b></p>	<p>Rayon de protection 64.2m en Niveau IV</p> <p>4 descentes en ruban d'aluminium étamé 30*3 mm.</p> <p>Borne de coupure : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Fourreau : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Compteur : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Prises de terre : Type : A Valeur : <b>PDT 11 : 16.65 Ω, PDT 21 : 15.08 Ω ; PDT 31 : 38.66 Ω et PDT 41 : 7.51 Ω</b> (Valeurs présentes dans le DOE N° 18AD-11-2016 de la société EMAPIL)</p> <p>Interconnexion des prises de terre : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> 





Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 29 / 50

#### 3.3.2 Protections indirectes

Le site de l'entrepôt frigorifique ARGAN à La Crèche (79) est protégé des impacts indirects de la foudre par 11 parafoudres présents dans les armoires électriques.

Le tableau ci-dessous recense les protections déjà en place (Tableau tiré de l'Etude Technique N° ETF-100419-02)

BÂTIMENT	PROTECTIONS
Entrepôt Frigorifique « Locaux Techniques » Localisation : TGBT 1	Type : 1+2 Caractéristiques : Up : 2kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA Protection : Fusibles de 125 A
Entrepôt Frigorifique « Locaux Techniques » Localisation : TGBT 2	Type : 1+2 Caractéristiques : Up : 2kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA Protection : Fusibles de 125 A
Entrepôt Frigorifique Localisation : Armoire entrée cellule 1	Type : 1+2 Caractéristiques : Up : 2kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA Protection : Fusibles de 125 A
Entrepôt Frigorifique Localisation : Armoire entrée cellule 2	Type : 1+2 Caractéristiques : Up : 2kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA Protection : Fusibles de 125 A
Entrepôt Frigorifique Localisation : Armoire entrée cellule 3	Type : 1+2 Caractéristiques : Up : 2kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA Protection : Fusibles de 125 A
Entrepôt Frigorifique Localisation : Tableau bureaux (pour protection onduleur)	Type : 2 Caractéristiques : Up : 2 kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Imax : 40 kA Protection : Fusibles de 50 A
Entrepôt Frigorifique « Locaux Techniques » Localisation : Local Sprinkler	Type : 2 Caractéristiques : Up : 2 kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ; Imax : 40 kA Protection : Fusibles de 50 A



Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page **30 / 50**

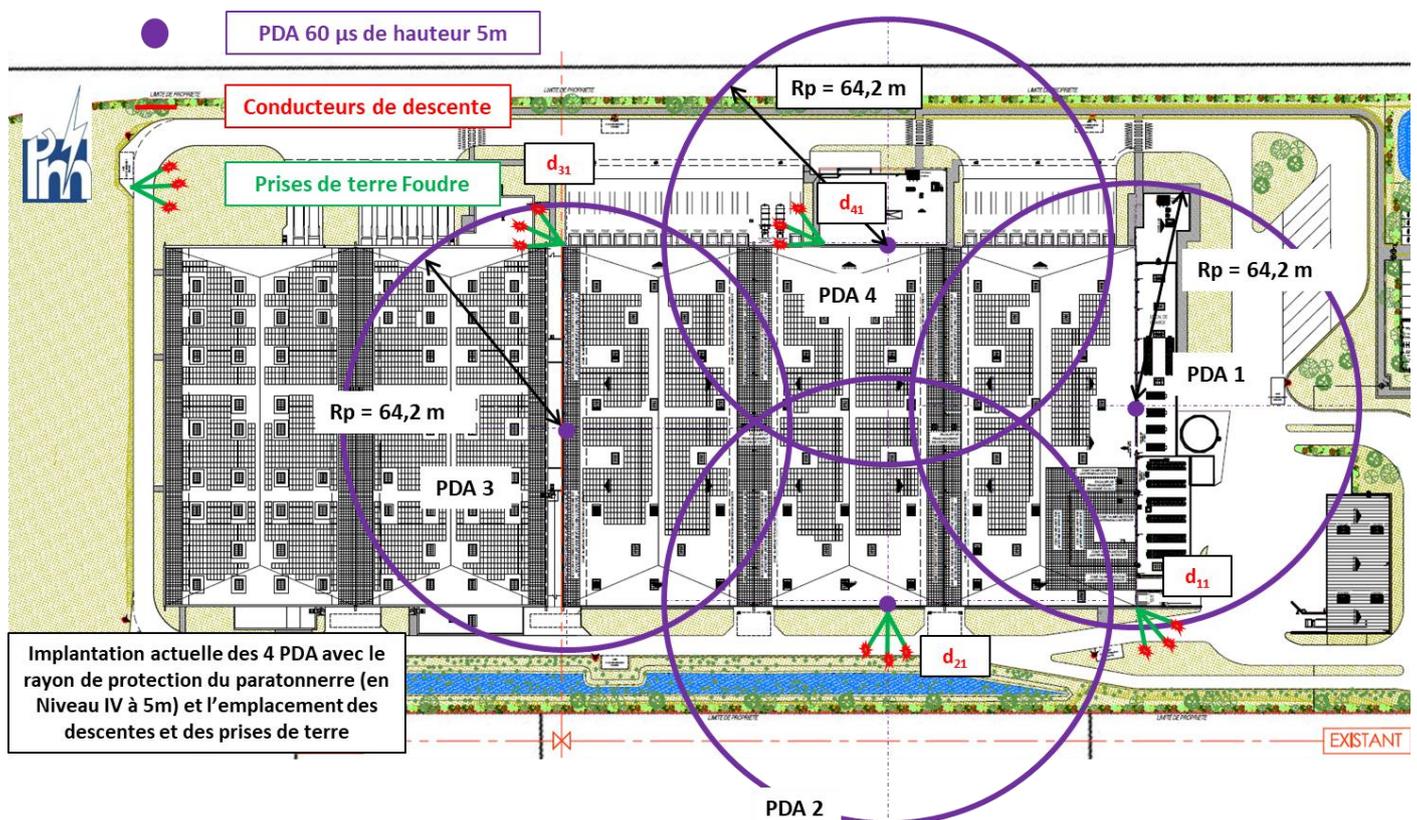
<b>Entrepôt Frigorifique</b> <b>Localisation : Local Informatique 1<sup>er</sup></b> <b>étage : centrale incendie</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques : Up : 2 kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ;</b> <b>Imax : 40 kA</b> <b>Protection : Fusibles de 50 A</b>
<b>Entrepôt Frigorifique</b> <b>Localisation : TD 1 extérieur</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques : Up : 2 kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ;</b> <b>Imax : 40 kA</b> <b>Protection : Fusibles de 50 A</b>
<b>Entrepôt Frigorifique</b> <b>Localisation : TD 2 Extérieur</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques : Up : 2 kV ; Uc : 440 V ; In : 15 kA ;</b> <b>Imax : 40 kA</b> <b>Protection : Fusibles de 50 A</b>
<b>Entrepôt Frigorifique</b> <b>Localisation : arrivée lignes</b> <b>téléphoniques</b>	1 parafoudre téléphonique ADSL Uc : 185 V ; In : 5 kA ; Iimp : 5 kA

### 3.4 Protections extérieures foudre à créer

#### 3.4.1 STRUCTURE N°1 : Bâtiment « Cellules 4 et 5 »

L'Analyse de Risque Foudre N° ARF-100522-01 réalisée par la société PM EXPERTISES le 10/05/2022 signale **qu'il est nécessaire** de mettre en place **un dispositif de protection foudre directe de niveau IV** sur la structure N°1 : Cellules 4 et 5

Comme nous l'avons présenté en page 27, les cellules 1 à 3 existantes sont protégées par 4 paratonnerres à dispositifs d'amorçage (PDA). Le schéma ci-dessous nous montre la protection actuelle sur le plan de masse de l'entrepôt avec les 2 futures cellules 4 et 5 :



Nous allons proposer une nouvelle implantation avec l'ajout de PDA afin d'avoir la meilleure protection pour les 5 cellules.

Les 2 nouvelles cellules étudiées dans le rapport d'ARF N° ARF-100522-01 ont une hauteur de 14m. Les cellules 1 à 3 ont quant à elle une hauteur de 12m.

Nous proposons le déplacement du PDA 3 sur l'acrotère de la cellule 4 (côté Est) plus haut que celui de la cellule 3. 2 PDA (PDA 5 et 6) seront rajoutés sur la cellule 5 afin de compléter la protection.



Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 32 / 50

Paratonnerres	Descentes	Prises de terre
<p><b>Type : Déplacement du PDA 3 de l'ouest de la cellule 3 à L'Est de la cellule 4.</b> Le PDA ayant une avance à l'amorçage de 60 µs sera sur hampe et mâts élévateurs de 6m. <b>La tête du PDA sera remplacée par un modèle testable à distance.</b></p> <p><b>Localisation :</b> Le PDA sera fixé sur l'acrotère de la façade Est de la cellule 4 avec des pattes à boulonner (cf schéma ci-dessous)</p> <p><b>Rayon de protection :</b> le rayon de protection sera de 64.2m pour un niveau de protection IV et en appliquant la réduction de 40% demandée dans le cadre d'une installation sur un site ICPE.</p>	<p><b>Localisation :</b> Le conducteur existant peut être conservé. Il descendra du paratonnerre à la cellule 3 pour cheminer comme actuellement vers sa prise de terre côté Nord. La localisation des descentes est visible sur les schémas d'implantation plus bas.</p> <p><b>Matière :</b> Le conducteur sera en ruban de cuivre étamé 30*2 mm (ou tout autre conducteur normalisé selon la norme NF EN 62305-3) et sera fixé par crampons de maçonnerie.</p> <p><b>Borne de coupure :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><b>Conservation de la borne de coupure existante.</b></p> <p><b>Fourreau :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><b>Conservation du fourreau existant.</b></p> <p><b>Compteur : Conservation du compteur existant.</b></p> <p><b>Plaquettes d'avertissement : Conservation des plaquettes existantes</b></p>	<p><b>Localisation : conservation de la prise de terre au bas de la descente D31.</b></p> <p><b>Type :</b> de type A1 « patte d'oie » ou A2 « triangle » à 50cm de profondeur en ruban de cuivre étamé 30*2 mm et enfoncement de piquets de 2m aux extrémités de chaque ruban horizontal.</p> <p><b>Regard de visite :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p><b>Interconnexion des prises de terre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non</p> <p>Les prises de terre devront être interconnectées avec la terre électrique du bâtiment en câblette de cuivre 25 mm².</p>



Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 33 / 50

Paratonnerres	Descentes	Prises de terre
<p><b>Type :</b> Mise en place de 2 paratonnerres à dispositif d'amorçage ayant une avance à l'amorçage de 60 µs sur hampe et mâts élévateurs de 5m. Les PDA seront testables à distance. (PDA 5 et 6)</p> <p><b>Localisation :</b> Les PDA seront fixés à l'aide de pattes de fixations latérales sur le haut de la façade aux angles Nord-Ouest et Sud-Ouest de la cellule 5.</p> <p><b>Rayon de protection :</b> le rayon de protection sera de 64.2m pour un niveau de protection IV et en appliquant la réduction de 40% demandée dans le cadre d'une installation sur un site ICPE.</p>	<p><b>Localisation :</b> 2 descentes seront nécessaires (mutualisation des PDA par un ceinturage en toiture). La localisation des descentes est visible sur les schémas d'implantation plus bas.</p> <p><b>Matière :</b> Le conducteur sera en ruban de cuivre étamé 30*2 mm (ou tout autre conducteur normalisé selon la norme NF EN 62305-3) et sera fixé par plots lestés en toiture et par clips inox et rivets POP en façade.</p> <p><b>Borne de coupure :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Mise en place d'une borne de coupure afin de faciliter la mesure des prises de terre.</p> <p><b>Fourreau :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Mise en place de fourreaux de protection de 2m pour la partie basse de chaque descente.</p> <p><b>Compteur :</b> Mise en place d'un compteur de coups de foudre au-dessus du joint de contrôle pour chaque descente.</p> <p><b>Plaquettes d'avertissement :</b> Mise en place d'une plaquette d'avertissement signalant la prise de terre et les risques de proximité en période orageuse. (à côté des conducteurs de descente).</p>	<p><b>Localisation :</b> au bas de chaque descente. Connexion avec la prise de terre électrique en fond de fouille.</p> <p><b>Type :</b> de type B « prise de terre fond de fouille formant une boucle fermée » à 50cm de profondeur en ruban de cuivre étamé 30*2 mm.</p> <p><b>Regard de visite :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Mise en place de regards de visite en béton pour faciliter la connexion des prises de terre.</p> <p><b>Interconnexion des prises de terre :</b> <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Les prises de terre devront être interconnectées avec la terre électrique du bâtiment en câblette de cuivre 25 mm<sup>2</sup>.</p>

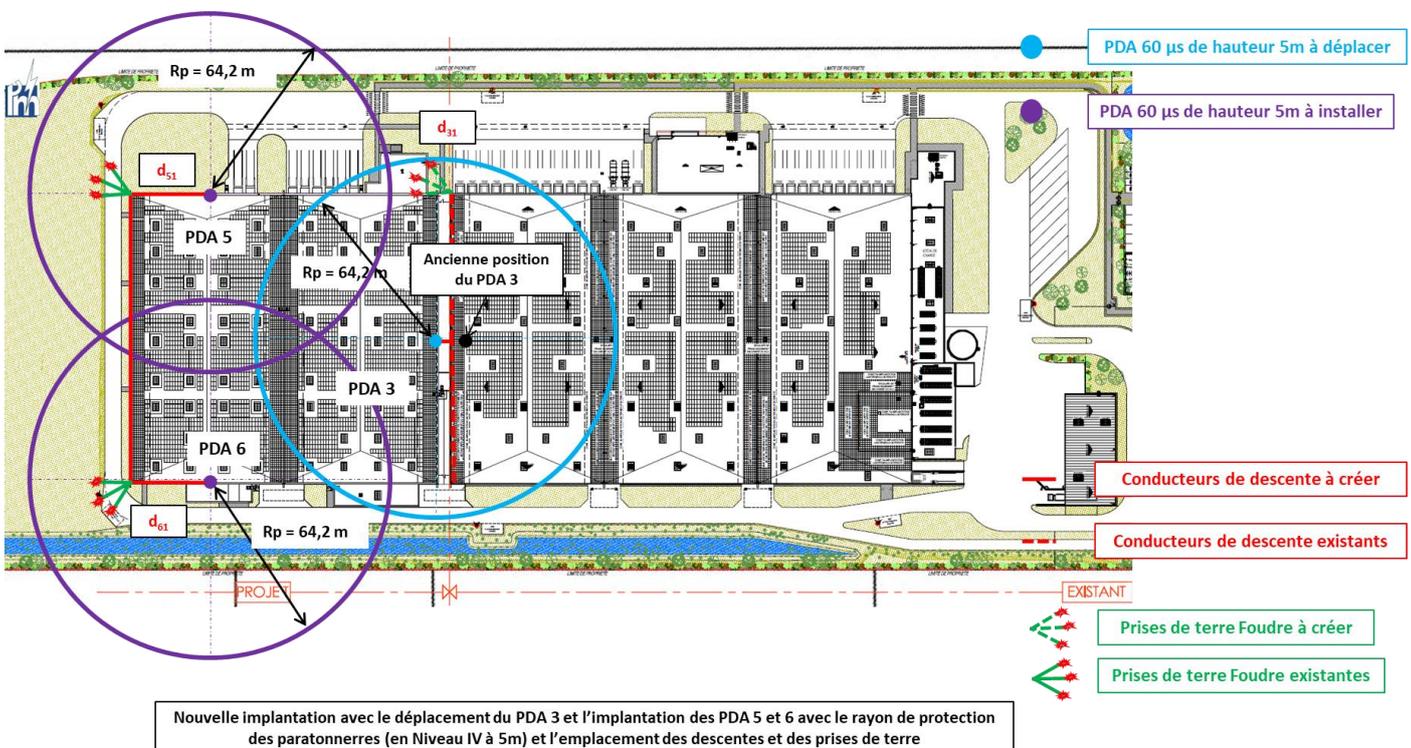
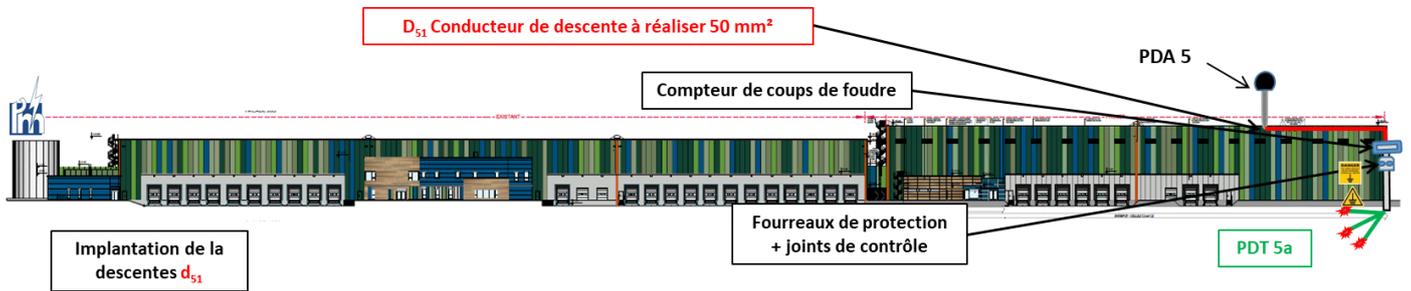


Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 34 / 50



**PDA 4 & 5: Calcul de la distance de séparation : (cf chap 1.5)****Equipotentialité – Distance de séparation**

PDA relié à 2 conducteurs de descente.

Longueur (m)	10	20	40	48.5
Distance de séparation (Air : $k_m=1$ )	20 cm	40 cm	120 cm	145.5 cm
Distance de séparation (Béton : $k_m=0,5$ )	40 cm	80 cm	240 cm	291 cm

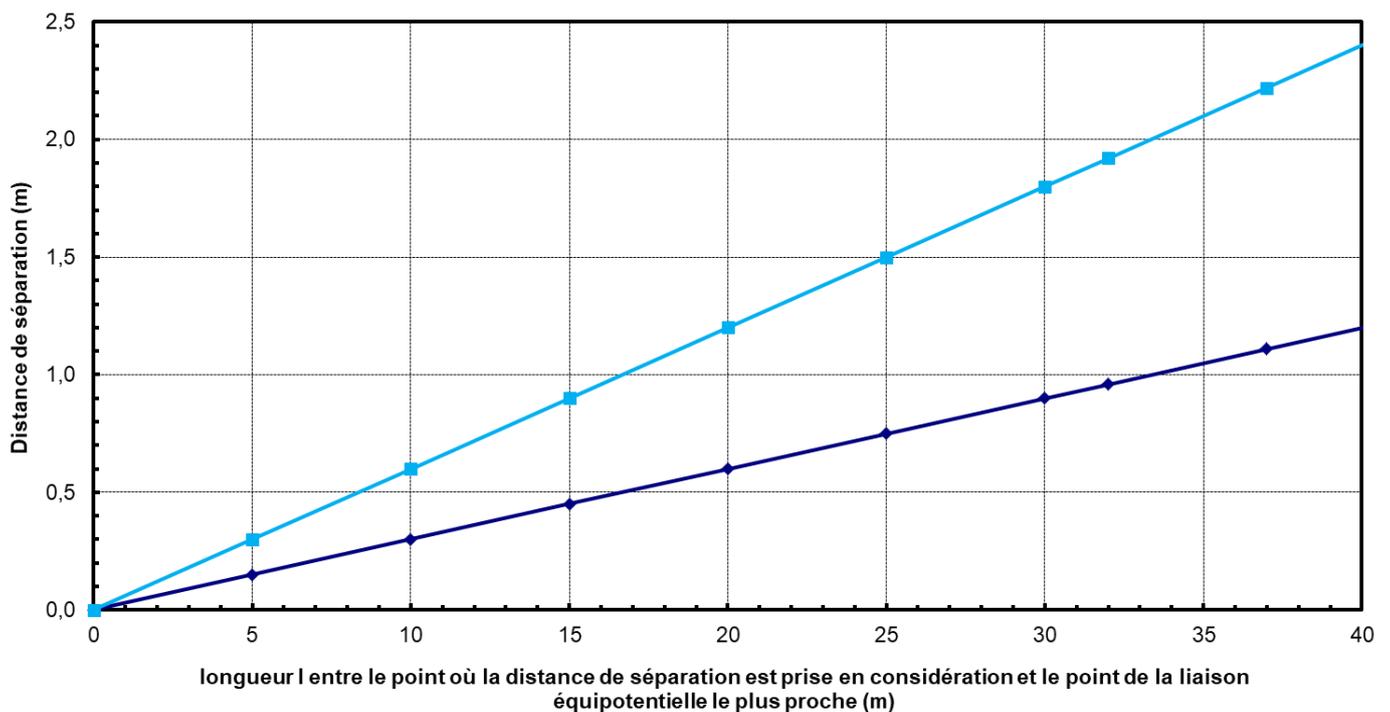
l étant la longueur entre le point où la distance de séparation est prise en compte et le point de liaison équipotentielle le plus proche. Dans notre cas c'est la distance entre le paratonnerre et le point d'équipotentialité le plus proche (IPN de la structure) soit  $l = 10$  m.

**Tous les éléments métalliques situés dans un périmètre proche de 20 cm du paratonnerre devront donc être reliés par l'intermédiaire de liaisons équipotentielles.**

La distance de séparation calculée dans le tableau se retrouve sur le graphique suivant :

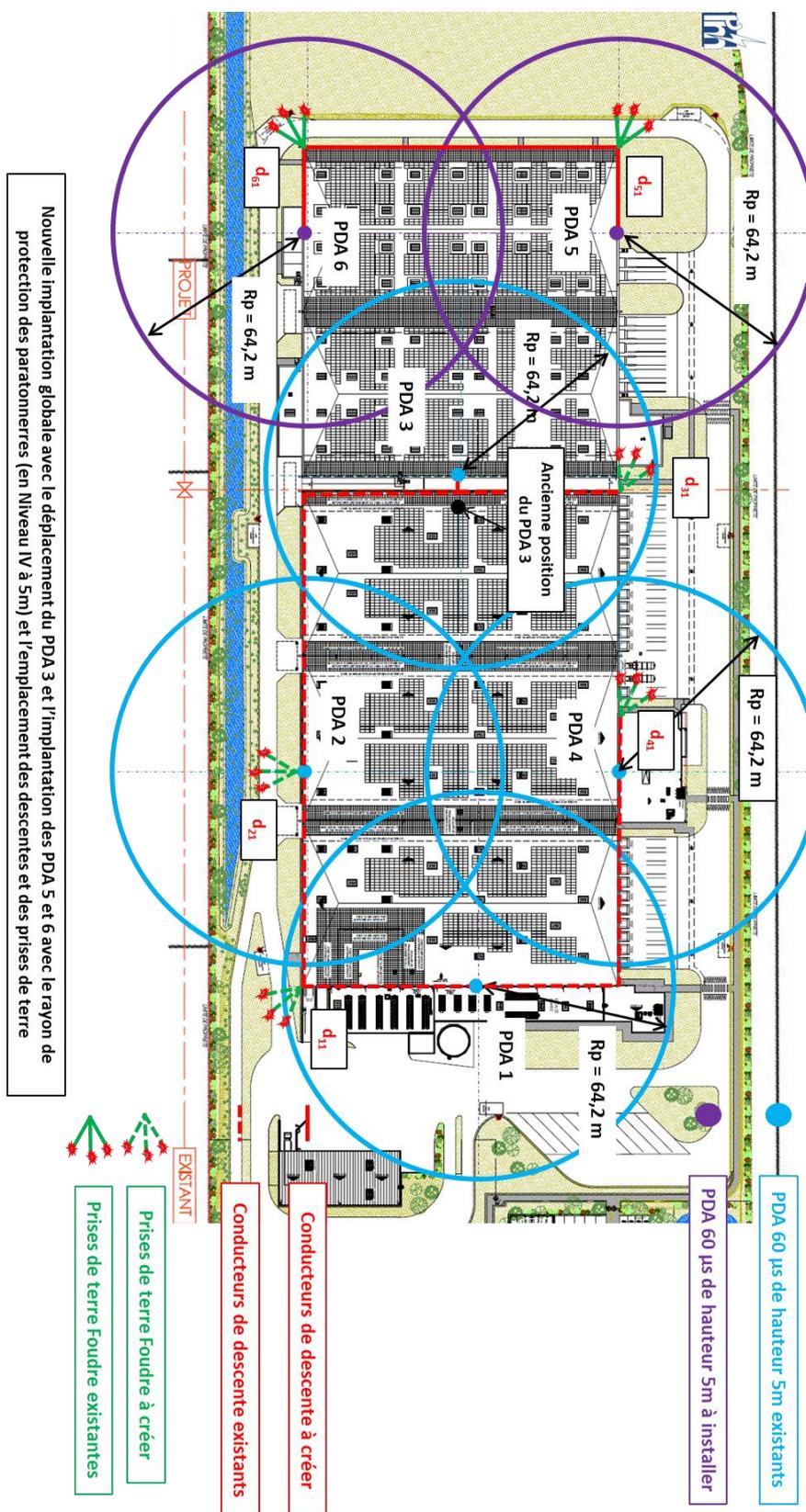


**PDA 5 et 6 : Détermination de la distance de séparation:**  
**Niveau de protection IV**





Voici le schéma d'implantation globale des PDA sur l'entrepôt frigorifique :





### 3.5 Protections intérieures foudre à créer

L'Analyse de Risque Foudre N° ARF-100522-01 réalisée par la société PM EXPERTISES le 10/05/2022 signale qu'il est nécessaire de mettre en place un **dispositif de protection de niveau IV** sur les lignes de la structure N°1.

Pour un niveau de protection recherché de **IV**, les parafoudres de type 1 devront être dimensionnés pour un courant minimum  $I_{imp}$  de **12.5 kA** et une tension résiduelle  $U_P \leq 2$  kV pour un réseau triphasé + neutre quel que soit le régime de neutre.

Le choix des déconnecteurs associés aux parafoudres est fait en respectant la note Qualifoudre N° 2 du 17/12/2013.

Voici pour information le tableau présent dans cette note Qualifoudre sur le choix des déconnecteurs.

Courant assigné du fusible (calibre)	Essais de tenue aux chocs des fusibles	
	Fusible cylindrique cyl. gG en onde 8/20 $\mu$ s	Fusible à couteaux NH gG en onde 10/350 $\mu$ s
25 A	5 kA	
32 A	7 kA	
40 A	10 kA	
50 A	15 kA	
63 A	17 kA	
80 A	25 kA	
100 A	30 kA	5 kA
125 A	40 kA	7 kA
160 A	> 40 kA	10 kA
200 A	> 40 kA	15 kA
250 A	> 40 kA	20 kA
315 A	> 40 kA	25 kA

Pour les parafoudres de type 2, cf chapitre 1.4.2.

Le descriptif ci-dessous présente les parafoudres en place à conserver et les parafoudres à installer avec :

$I_{imp}$  = Courant impulsionnel maximum de décharge

$I_n$  = Courant nominal de décharge

$U_p$  = Niveau de protection sous  $I_n$

Selon la norme NF EN 62305-2, l'ARF a concerné l'étude de la cellule 4. Le niveau de risque obtenu a été appliqué à tout le bâtiment car le bâtiment est sans risque d'explosion et les 2 cellules sont séparées par des murs coupe-feu 2H (REI 120).



**Il faut donc installer des parafoudres de type 1+2 au point d'entrée des lignes transitant entre les cellules afin d'éviter la propagation des surtensions le long des lignes communes.**

Le tableau ci-dessous recense les protections à mettre en place.

- **1 parafoudre de type 1+2 dans chaque TGBT « Locaux Techniques » (car ajout de 2 transfos supplémentaires) ;**
- **1 parafoudre de type 1+2 dans chaque TGBT présents dans le local au sud de la cellule 5.**
- **1 parafoudre de type 1+2 aux points d'entrée des lignes dans les cellules 4 et 5;**
- **1 parafoudre de type 2 dans le TD du local de charge ;**
- **1 parafoudre de type 2 dans le TD froid ;**
- **1 parafoudre de type 2 pour la protection de l' onduleur ;**

Le tableau ci-dessous recense les protections à mettre en place.

BÂTIMENT	PROTECTIONS
<b>Structure 1 : Cellules 1 » Localisation : Locaux techniques : TGBT 3</b>	<b>Type : 1+2</b> <b>Caractéristiques : Up : <math>\leq 2</math> kV ; Uc : <math>&gt; 253</math> V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA</b> <b>Protection : Fusibles (selon les préconisations du fabricant)</b>
<b>Structure 1 : Cellules 1 » Localisation : Locaux techniques : TGBT 4</b>	<b>Type : 1+2</b> <b>Caractéristiques : Up : <math>\leq 2</math> kV ; Uc : <math>&gt; 253</math> V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA</b> <b>Protection : Fusibles (selon les préconisations du fabricant)</b>
<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 » Localisation : Local TGBT : TGBT</b>	<b>Type : 1+2</b> <b>Caractéristiques : Up : <math>\leq 2</math> kV ; Uc : <math>&gt; 253</math> V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA</b> <b>Protection : Fusibles (selon les préconisations du fabricant)</b>
<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 » Localisation : Local TGBT : TGBT Armoire entrée cellule 4</b>	<b>Type : 1+2</b> <b>Caractéristiques : Up : <math>\leq 2</math> kV ; Uc : <math>&gt; 253</math> V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA</b> <b>Protection : Fusibles (selon les préconisations du fabricant)</b>
<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 » Localisation : Local TGBT : TGBT Armoire entrée cellule 5</b>	<b>Type : 1+2</b> <b>Caractéristiques : Up : <math>\leq 2</math> kV ; Uc : <math>&gt; 253</math> V ; In : 15 kA ; Iimp : 12.5 kA</b> <b>Protection : Fusibles (selon les préconisations du fabricant)</b>



Réf N° ETF-130522-01

### 3. L'ETUDE ETF

Date :  
13/05/2022

Page 39 / 50

<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 »</b> <b>Localisation : TD Local de charge</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques :</b> Up : $\leq 1.5$ kV ; Uc : $> 253$ V ; In : 15 kA <b>Protection :</b> Fusibles (selon les préconisations du fabricant)
<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 »</b> <b>Localisation : TD Froid</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques :</b> Up : $\leq 1.5$ kV ; Uc : $> 253$ V ; In : 15 kA <b>Protection :</b> Fusibles (selon les préconisations du fabricant)
<b>Structure 1 : Cellules 4 et 5 »</b> <b>Localisation : TD Onduleur</b>	<b>Type : 2</b> <b>Caractéristiques :</b> Up : $\leq 1.5$ kV ; Uc : $> 253$ V ; In : 15 kA <b>Protection :</b> Fusibles (selon les préconisations du fabricant)

#### 3.6 Mesures de protection complémentaires

Dans un souci d'optimisation de la protection foudre du site, des mesures complémentaires, doivent être mises en œuvre.

Ces mesures permettent de réduire les risques de perturbation et d'incidents liés aux surtensions, aux tensions de pas et/ou de contact.

Il est demandé de mettre en place des plaquettes de signalisation avertissant les risques et dangers en période d'orage aux alentours des conducteurs de descente.



Comme nous pouvons le voir sur les schémas d'implantation des conducteurs de descente en page 34, les plaquettes devront être fixées à proximité de ces conducteurs.



Réf N° ETF-130522-01

#### 4. CONCLUSION : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE

Date :  
13/05/2022

Page 40 / 50

#### 4. CONCLUSION : SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE

Le tableau suivant dresse le bilan des installations à effectuer sur le site *Entrepôt Frigorifique à La Crèche (79)*. Voici le récapitulatif des protections directes et indirectes à mettre en place.

BÂTIMENT	PROTECTIONS DIRECTES	PROTECTIONS INDIRECTES
Bâtiment Principal « Entrepôt Frigorifique : cellules 4 et 5 »	<b>OUI</b> Déplacement PDA 3 et installation PDA 5 et 6. + 2 descentes (avec 2 compteurs) + 2 prises de terre + liaisons équipotentielles (avec terre électrique et panneaux photovoltaïques)	<b>OUI</b> 5 type 1+2, 3 type 2, + Liaisons équipotentielles canalisations métalliques



## **5. ANNEXES**

### **5.1 Installation et contrôles périodiques**

#### **5.1.1 Installation et vérification initiale**

La qualité de l'installation des systèmes de protection contre la foudre est un élément primordial pour s'assurer de leur efficacité.

La mise en œuvre des préconisations effectuées précédemment devra ainsi être réalisée par une société qualifiée pour cela, c'est-à-dire un organisme reconnu compétent.

Tout d'abord, l'article 21 de l'arrêté foudre du 04 Octobre 2010 « modifié » exige que :

*«L'installation des protections fait l'objet d'une vérification complète par un organisme compétent distinct de l'installateur, au plus tard six mois après leur installation. »*

Le maître d'œuvre devra au préalable mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (DOE) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminement des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'étude technique.

#### **5.1.2 Vérifications périodiques**

L'arrêté du 04 Octobre 2010 « modifié » stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée :

- visuellement tous les ans (hors mesures électriques)
- complètement tous les 2 ans (avec mesures électriques)

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 42 / 50

Les points suivants devront être vérifiés par l'organisme de contrôle (en rouge correspondent les vérifications d'un contrôle complet qui s'ajoutent aux vérifications visuelles) :

PROTECTIONS	DESCRIPTIF PHOTOS
Paratonnerre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence de 6 SPF (Ensemble des protections)</li><li>- Paratonnerres installés au bon emplacement de façon à couvrir la totalité des structures concernées.</li><li>- <b>Paratonnerre testable selon la procédure indiquée par le fabricant</b></li></ul>
Descentes	<ul style="list-style-type: none"><li>- De nature et de sections conformes aux prescriptions normatives et aux prescriptions de l'Etude Technique Foudre</li><li>- Conducteurs en bon état et fixés à raison de 3 attaches au mètre linéaire pour la norme NF C 17-102 de Septembre 2011.</li><li>- Pas de corrosion, distance de sécurité respectées</li><li>- Les liaisons équipotentielle à mettre en place sont correctement réalisées</li><li>- Présence d'au moins 1 compteur d'impacts foudre par paratonnerre.</li><li>- Compteurs installés sur les conducteurs de descente à la terre les plus directs</li><li>- Mise en place de bornes de coupure et de fourreaux de protection mécanique</li><li>- Signalisation de la présence des prises de terre</li></ul>
Prises de terre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence de 6 prises de terre de type B, avec une valeur inférieure à 10 Ohms ou si ce n'est pas le cas, avec au moins la longueur de conducteurs enterrés suffisante.</li><li>- Nature et forme des prises de terre conforme aux normes en vigueur</li><li>- <b>Mesure des résistances des prises de terre</b></li></ul>
Liaisons équipotentielle	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence des liaisons équipotentielle entre les prises de terre foudre et la prise de terre électrique via la structure métallique du bâtiment. <b>(Mesures)</b></li></ul>
Parafoudres	<ul style="list-style-type: none"><li>- Présence de parafoudres de Type 1 dans les TGBT</li><li>- Présence de parafoudres de type 2 pour la protection des EIPS</li><li>- Présence de parafoudres téléphoniques.</li></ul>



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page **43 / 50**

### 5.1.3 Vérifications complémentaires

L'arrêté du 04 Octobre 2010 « modifié » demande, dans son article EL 21, une vérification des installations de protection foudre suite aux événements suivants :

- Installation initiale de la protection contre la foudre
- Forte période orageuse dans la région
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique)
- Possibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après l'activité orageuse.
- Perturbations sur des contrôles/ commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaires.



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 44 / 50

### 5.2 Carnet de bord Qualifoudre

# INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

## CARNET DE BORD

Raison sociale :	..... ..... .....
Désignation de l'Établissement :	..... .....
Adresse de l'Établissement :	
Adresse du Siège Social :	.....

### CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Etablissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

Il ne peut pas sortir de l'Etablissement, ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 45 / 50

### RENSEIGNEMENTS SUR L'ETABLISSEMENT

Nature de l'activité <sup>1</sup> :

Classement de l'Etablissement <sup>2</sup>	}	à la date du :	N° :		
		Rubrique :	Type :	Rubrique	Type
				:	:
		Rubrique :	Type :	Rubrique	Type
				:	:
		Rubrique :	Type :	Rubrique	Type
				:	:

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

**Inspection** {  
**du** .....  
**Travail** }

**Commission** {  
**de** .....  
**Sécurité** }

**DRIRE** {  
.....



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 46 / 50

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITÉ	DATE D'ENTRÉE EN FONCTION

1. Les indications à donner ont pour but de déterminer, au regard des textes officiels, quelles sont les règles applicables, par exemple : ICPE, INB, ERP, ...
  2. Pour les établissements recevant du public (théâtres, cinéma, magasins, hôpitaux...).
- Pour les Installations Classées (déclaration, autorisation, AS, ...)

**HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre****I - DÉFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre**

**DATE DE RÉDACTION  
INTITULÉ DU RAPPORT**

**SOCIÉTÉ  
NOM DU RÉDACTEUR ou  
N° QUALIFOUDRE**

**II – ÉTUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS**

<b>DATE DE RÉDACTION</b>	<b>INTITULÉ DU RAPPORT</b>	<b>SOCIÉTÉ</b>	<b>NOM DU RÉDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE</b>

**III – INSTALLATION DES PROTECTIONS**

<b>DATE DE RÉCEPTION</b>	<b>INTITULÉ DU DOCUMENT</b>	<b>SOCIÉTÉ</b>	<b>NOM DU RÉDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE</b>



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 48 / 50

### IV – REPÈRE DES COMPTEURS D'IMPULSIONS Foudre

REPÈRE	LOCALISATION SUR LE SITE	NUMÉRO de SERIE
1		
2		
3		
4		
5		
7		

### V – REPÈRE DES PRISES DE TERRE

REPÈRE	LOCALISATION SUR LE SITE	VALEUR INITIALE
1		$\Omega$
2		$\Omega$
3		$\Omega$
4		$\Omega$
5		$\Omega$
6		$\Omega$

### VI – REPÈRE DES PARATONNERRES

REPÈRE	LOCALISATION SUR LE SITE	NUMERO de SERIE
1		
2		
3		
4		
5		
6		



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 49 / 50



### PROFESSIONNELS DE LA PROTECTION CONTRE LA Foudre CERTIFICAT DE CONFORMITÉ

**1840175898205**

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial créé par le décret n° 90-1089 du 7 Décembre 1990, sous la tutelle du ministère de l'environnement, délivre la présente attestation de conformité au référentiel QUALIFOUDRE version 4.0 du 20 janvier 2017, à la Société suivante:

PM EXPERTISES  
33 route du Bournazeau  
87410 LE PALAIS SUR VIENNE

Les moyens mis en œuvre par cette société, après examens et audit (dossier INERIS N°204741), sont reconnus conformes aux spécifications du référentiel QUALIFOUDRE qui portent sur le système de management de la qualité, les méthodes de travail, la qualification et la formation des personnes suivant les rubriques utiles du référentiel indiquées ci-dessous :

Analyses du Risque Foudre  
Etudes Techniques  
Vérifications

Ce certificat est valable jusqu'au 16 mai 2024.

Verneuil-en-Halatte, le 17 mai 2021.



Signé électroniquement  
Digitally signed by  
Dominique CHARPENTIER  
Certification Manager /  
Responsable Certification

Le Directeur Général de l'INERIS,  
Par délégation,  
Le Responsable du Pôle Certification  
D. CHARPENTIER

Ce document ne peut être reproduit que dans son intégralité, annexes comprises.



Réf N° ETF-130522-01

## 5. ANNEXES

Date :  
13/05/2022

Page 50 / 50



## PROFESSIONNEL DE LA Foudre

### CERTIFICAT DE COMPETENCE

N° 20501

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), atteste que :

**Monsieur Pierre MAZET**

à l'issue de l'évaluation individuelle réalisée le 20 avril 2021,

a été reconnu compétent conformément au référentiel QUALIFOUDRE V4.0.

Niveau de compétence : 3

**Domaine d'activité :** Analyses du risque foudre, Etudes techniques et Vérifications  
au sein de l'entreprise :

PM EXPERTISES  
33 route du Bournazeau  
87410 LE PALAIS SUR VIENNE

Cette attestation est valable jusqu'au 16 mai 2024.

Verneuil-en-Halatte, le 17 mai 2021



Signé électroniquement  
Digitally signed by  
Dominique CHARPENTIER  
Certification Manager /  
Responsible Certification

Le Directeur Général de l'INERIS,  
Par délégation,  
Responsable Certification  
D. CHARPENTIER

Ce document ne peut être reproduit que dans son intégralité.

Dossier 204741 Folio 1 / 1

Parc Technologique Alata BP 2 F-60550 Verneuil-en-Halatte  
tél +33(0)3 44 55 66 77 fax +33(0)3 44 55 66 99 internet [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Etablissement public à caractère industriel et commercial - RCS Compiègne B 381 984 924 - Siret 381 984 921 00019 - APE 71206 - TVA Intraom FR 73 381 984 921