



# DUVAL MESSIEN

LA MAITRISE DE LA Foudre  
HIGH TECH FOR LIGHTNING PROTECTION

Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 1  
sur 45

## ÉTUDE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

N° PFD/SM/ 23/01/17/0001/ROUXEL

Conforme à l'arrêté du 19 juillet 2011

### ETUDE TECHNIQUE



**Réalisée par :** Sébastien MARTIN de la société DUVAL MESSIEN  
(Attestation de compétence Qualifoudre N°1204 – Nive au II, délivrée par l'INERIS)

**Validée par :** Romain COHU de la société DUVAL MESSIEN  
(Attestation de compétence Qualifoudre N°1203 - Nive au III, référent technique - délivrée par l'INERIS)

**Rapport remis le :** 22/02/2017

**A :** M. ROUXEL de la société ROUXEL



Enr. 022

Indice C

Date : 02/12/2013



## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 - OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE</b> .....	<b>4</b>
1.1 Introduction .....	4
1.2 Contexte réglementaire .....	5
1.3 Textes de références .....	5
1.4 Limites d'intervention .....	7
1.5 Liste des documents remis .....	7
1.6 Visite du site .....	7
1.7 Origines .....	8
<b>2 - ÉTUDE TECHNIQUE « ET »</b> .....	<b>9</b>
2.1 Conclusion de l'ARF .....	10
2.2 Système de protection contre la foudre « SPF » .....	12
2.3 Installation extérieure de protection contre la foudre « IEPF » .....	12
2.4 Installation intérieure de protection contre la foudre « IIPF » .....	12
<b>3 - RAPPEL SUR LES EFFETS DE LA Foudre</b> .....	<b>13</b>
3.1 Effets thermiques du courant de foudre .....	13
3.2 Différences de potentiel et amorçages .....	13
3.3 Montée en potentiel de la prise de terre .....	14
3.4 Équipotentialité des masses métalliques .....	16
<b>4 - DÉFINITION DE L'IEPF</b> .....	<b>17</b>
4.1 Qu'est ce qu'un paratonnerre ? .....	17
4.2 Paratonnerre à tige simple « PTS » .....	18
4.3 Paratonnerre à fil tendu (Fil tendu) .....	18
4.4 Paratonnerre à cage maillée (Cage maillée) .....	19
4.5 Paratonnerre à dispositif d'amorçage « PDA » .....	19
4.6 Conclusion pour la protection contre les effets directs .....	20
<b>5 - MISE EN PLACE DES MOYENS DE PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS DE LA Foudre</b> .....	<b>20</b>
5.1 Moyens de protection .....	20
Suite aux conclusions de l'ARF et d'un point de vue règlementaire, il n'est pas nécessaire d'installer de protection contre les effets directs. ....	20
5.2 Moyens de prévention .....	20
<b>6 - DÉFINITION DE L'IIPF</b> .....	<b>21</b>
6.1 Qu'est-ce qu'une surtension ? .....	21
6.2 Conséquences des surtensions .....	22
6.3 Comment s'en protéger ? .....	22
6.4 Qu'est-ce qu'un parafoudre ? .....	22
6.5 Objectif .....	23
6.6 Choix des parafoudres .....	24
<b>7 - MISE EN PLACE DES MOYENS DE PROTECTIONS CONTRE LES EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre</b> .....	<b>33</b>
7.1 Protection primaire / Armoires principales (ou TGBT) .....	33
7.2 Protection secondaire / Armoires secondaires (ou TD) .....	36
7.3 Implantation des parafoudres dans l'installation BT .....	38
7.4 Coordinations des parafoudres .....	39
7.5 Protection primaire / Réseau de communication .....	39
<b>8 - VÉRIFICATIONS &amp; MAINTENANCE</b> .....	<b>42</b>
8.1 Ordre des vérifications .....	42
8.2 Rapport de vérification .....	42
8.3 Vérification initiale .....	42



# DUVAL MESSIEN

LA MAITRISE DE LA Foudre  
HIGH TECH FOR LIGHTNING PROTECTION

Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page 3  
sur 45

8.4	Vérification visuelle.....	43
8.5	Vérification complète .....	44
8.6	Maintenance.....	44
8.7	Organisme compétent .....	44
<b>NOTA</b>	.....	<b>45</b>



## 1 - OBJET ET LIMITES DE L'ÉTUDE

### 1.1 Introduction

La foudre est un phénomène électrique de très courte durée véhiculant des courants forts, avec un spectre fréquentiel très étendu et des fronts de montée extrêmement courts.

Chaque année la foudre, par ses effets directs ou indirects, est à l'origine d'incendies, d'explosions ou de dysfonctionnements dangereux dans les installations classées.

Considérant qu'une agression par la foudre sur certaines installations classées pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte directement ou indirectement à la sécurité des personnes, ou à la qualité de l'environnement, l'arrêté du 19 juillet 2011, impose la réalisation d'une analyse du risque foudre (ARF) dans les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées.

L'analyse du risque foudre (ARF) définit les besoins de protection contre la foudre.

En fonction des résultats de l'ARF, une Étude technique (ET) est réalisée.

L'étude technique définit des systèmes de protection contre la foudre (SPF) et/ou des études de mesures de prévention.

Les systèmes de protection contre la foudre (SPF) ainsi définis doivent alors être conformes aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un État membre de l'Union Européenne.

L'ET définit également le cahier des charges qui détermine les caractéristiques et les règles d'installations des dispositifs de protection, mais aussi les notices de vérification et de maintenance.

La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans l'espace à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu.

Cependant, une telle installation ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets.

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

*Cette étude technique concerne les installations du site **ROUXEL à Rieux (56)**.*

*Elle a été réalisée suite à la demande de la société **ROUXEL**.*



## 1.2 Contexte réglementaire

Cette étude de protection foudre est réalisée, conformément à l'arrêté ICPE du 19/07/2011 et la circulaire d'application du 24/04/2008, à partir des documents qui nous ont été fournis.

## 1.3 Textes de références

Notre étude est établie en référence aux textes suivants :

– Textes réglementaires de base :

Arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation (JORF n°180 du 5 août 2011).

– Textes normatifs :

Norme	Date	Titre
<u>NF C 15-100</u>	Décembre 2002	Installations électriques à basse tension
<u>NF C 17-102</u>	Septembre 2011	Protection contre la foudre - Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage
<u>NF EN 62305-1</u>	Juin 2006	Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux
<u>NF EN 62305-2</u>	Novembre 2006	Protection contre la foudre - Partie 2 : Évaluation des risques
<u>NF EN 62305-3</u>	Décembre 2006	Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
<u>NF EN 62305-4</u>	Décembre 2006	Protection contre la foudre - Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures
<u>CEI 61643-12</u>	Novembre 2008	Parafoudres connectés au réseau basse tension - Partie 12 : Principes de choix et d'application
<u>CEI 61643-22</u>	Juin 2015	Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications - Partie 22 : Principes de choix et d'application
<u>NF EN 61663-2</u>	Septembre 2001	Protection contre la foudre - Lignes de télécommunications - Partie 2 : lignes utilisant des conducteurs métalliques



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page 6  
sur 45

– Textes complémentaires :

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'arrêté du 15 janvier 2008 (BO du MEEDDAT n°2008/10 du 30 mai 2008).

**NOTA :**

**Comme précisé dans l'article 3 de l'arrêté du 19 juillet 2011 : « L'arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées est abrogé (JO n°97 du 24 avril 2008). Toute référence à cet arrêté dans un texte réglementaire est remplacée par la référence au présent arrêté ».**

– Guides en vigueur :

Guide	Date	Titre
<u>UTE C 15-443</u>	Août 2004	Protection des installations électrique basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique - Choix et installation des parafoudres
Rapport INERIS N°DRA-11-111777- 04213A	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement – Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs.

– Notes qualifoudre :

- Note-Qualifoudre\_N°1\_PDA\_V1 (Utilisation de la norme NF C 17-102 de Septembre 2011) ;
- Note-Qualifoudre\_N°2\_Parafoudre-déconnecteur\_V2 (Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1) ;
- Note-Qualifoudre\_N°3\_Notice de vérification\_V1 (Notice de vérification et de maintenance).
- Note-Qualifoudre\_N°4\_Paramètre-Lfe-10 juil 2015 – 14525008311 (Détermination du paramètre  $L_{FE}$  défini dans la norme NF EN 62305-2 de 2012).
- Note-Qualifoudre\_N°5\_Critères-acceptation-des composants-cspf-1486629374 (Critères d'acceptation des CSPF (Composants des Systèmes de Protection contre la Foudre) suivant la série NF EN 62561-\*).



## 1.4 Limites d'intervention

Suivant les différents articles de l'arrêté ICPE du 19/07/2011, cette étude porte exclusivement sur les installations classées sur lesquelles une agression par la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à la sécurité des personnes ou à la qualité l'environnement.

Notre étude ne prend pas en compte les coups de foudres multiples où la foudre agresserait des équipements n'entrant pas dans le périmètre à protéger et qui pourraient faire l'objet de transfert de surtensions ou d'incendie (*exemple : défaut d'alimentation EDF à l'origine d'un rejet anormal + allumage de produits inflammables...*).

## 1.5 Liste des documents remis

*Nous avons travaillé sur la base des documents transmis par Monsieur Claude ROUXEL représentant la société ROUXEL :*

- ❖ **Plan de masse du site avec le projet futur au format *\*autocad* ;**
- ❖ **Etude de sol N°4408.01.S002 réalisé par Monsieur A. PIALAT de la société APC INGENIERIE le 07/01/2008.**
- ❖ **Synoptique électrique de l'installation du site transmis par M. TREMELO de la société SOTRELEC.**

*En l'absence des éléments d'informations nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants aux caractéristiques des équipements existants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305 – 2.*

Par ailleurs les documents suivants demandés ne nous ont pas été transmis :

– Liste officielle des EIPS définis par l'exploitant ;

## 1.6 Visite du site

Une visite du site a été réalisée le 23/01/2017 en présence de Monsieur Claude ROUXEL représentant de la société ROUXEL.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page 8  
sur 45

## 1.7 Origines

Notre offre de prix du 21/11/2016 (devis n°**312940**) pour la réalisation d'une étude foudre complète (Analyse du Risque Foudre + Étude Technique).

Votre bon pour accord du 25/11/2016.

Ce rapport est établi en un exemplaire et adressé à l'adresse suivante :

**ROUXEL**

**A l'attention de M. Claude ROUXEL**

**1 Rue de l'Ourst**

**ZI Aucfer**

**56350 RIEUX**





Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **9**  
sur **45**

## 2 - ÉTUDE TECHNIQUE « ET »

En fonction des résultats de l'analyse du risque foudre « ARF », une étude technique « ET » doit être réalisée.

L'ET doit définir précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation, ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance doit être rédigée lors de L'ET puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un carnet de bord doit être tenu par l'exploitant.

Les chapitres qui y figurent devront être rédigés lors de l'ET.

Le système de protection contre la foudre « SPF » prévus dans l'ET doit être conforme aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un État membre de l'Union Européenne.



Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 10  
sur 45

## 2.1 Conclusion de l'ARF

Suivant le logiciel de calcul du risque foudre JUPITER 2 (version 2.0.1) de l'UTE et les normes relatives à la protection contre la foudre, les installations des différentes zones **ne nécessitent pas de protection contre les effets de la foudre** sur le site ROUXEL à Rieux.

Zone	Descriptif	Niveau de protection Effet direct	Niveau de protection Effet indirect
Zone 1	Bâtiment Principal	Non	Np = IV
Zone 2	Bâtiment Stockage 1	Non	Np = IV
Zone 3	SAS 1	Non	Np = IV
Zone 4	Bâtiment Stockage 2	Non	-
Zone 5	SAS 2	Non	Np = IV
Zone 6	Bâtiment Stockage 3	Non	-
Zone 7	Bâtiment Stockage 4	Non	-
Zone 8	Bâtiment Stockage 5	Non	-
Zone 9	Bâtiment Rangement divers	Non	Np = IV

**L'ARF ne fait pas ressortir de nécessité de mettre en œuvre une protection contre les effets directs de la foudre (par paratonnerre).**

**Une étude technique devra néanmoins être réalisée afin de prévoir les parafoudres nécessaires pour éviter la propagation de surtensions le long des lignes communes, condition du découpage en zones du bâtiment.**

**Les parafoudres à mettre en place au niveau de la distribution électrique devront être dimensionnés (Type 1 et 2, niveau de tension...) en fonction du niveau de protection et des équipements à protéger.**



Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 11  
sur 45

***Une protection complémentaire devra être réalisée au niveau de l'alimentation électrique des équipements importants pour la sécurité (EIPS).***

***En l'absence de liste précise, ont été pris en compte à minima les équipements suivants :***

- Centrale de détection incendie
- Armoire surpresseur

***Par ailleurs, les canalisations métalliques entrantes et sortantes devront être mises à la terre à leur point d'entrée dans le bâtiment.***

***L'ARF ne fait pas ressortir la nécessité de mettre en œuvre des moyens de prévention tels que du matériel de détection d'orage (conforme à la NF EN 50536) ou un service d'alerte d'activité orageuse.***

***Cependant des consignes doivent être établies, lorsque l'orage est imminent, de façon à interdire les opérations aux abords des bâtiments, la menace d'orage étant associée à un éclair visible ou au tonnerre audible.***

***Un carnet de bord sur l'historique des événements liés à la foudre sera tenu à jour par l'exploitant.***



## **2.2 Système de protection contre la foudre « SPF »**

Un SPF complet permet de protéger des bâtiments (ou des structures), ou des zones ouvertes contre les effets de la foudre.

Il est composé de deux installations distinctes et complémentaires, l'installation extérieure de protection contre la foudre « IEPF » et l'installation intérieure de protection contre la foudre « IIPF ».

## **2.3 Installation extérieure de protection contre la foudre « IEPF »**

L'installation extérieure de protection contre la foudre « IEPF » a pour fonction de capter les coups de foudre qui, en son absence, auraient frappé le bâtiment (ou la structure) à protéger, puis à écouler les courants de foudre vers la terre, sans que ceux-ci puissent pénétrer à l'intérieur du volume à protéger.

L'IEPF comprend un (ou plusieurs) dispositif(s) de capture, un (ou plusieurs) conducteur(s) de descente, et une (ou plusieurs) prise(s) de terre paratonnerre.

## **2.4 Installation intérieure de protection contre la foudre « IIPF »**

L'installation intérieure de protection contre la foudre « IIPF » a pour fonction de protéger les équipements électriques, électroniques, de télécommunications, d'informatique, ainsi que les personnes, contre les surtensions conduites et induites, et contre les montées en potentiel des prises de terre.

Une IIPF comprend un (ou plusieurs) parafoudre(s), câblé(s) en parallèle ou en série, avec son (ou leurs) dispositif(s) de déconnexion associé(s).



## 3 - RAPPEL SUR LES EFFETS DE LA Foudre

### 3.1 Effets thermiques du courant de foudre

Lorsqu'un conducteur métallique est parcouru par un courant de foudre, un dégagement de chaleur se produit obéissant à la loi de Joule. Ce dégagement va donc être proportionnel au carré de l'intensité, au temps de passage du courant et à la résistance ohmique R.

La foudre est une onde brève, faisant apparaître le phénomène d'effet de peau.

L'écoulement du courant se réalise à l'intérieur d'une fine couche de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur en surface du conducteur.

Dans le cas de conducteurs sous dimensionnés (section ou résistivité trop faible) l'énergie est libérée sous forme de chaleur et des échauffements allant jusqu'à la fusion se produisent.

- ❑ Les conducteurs plats de faible épaisseur mais présentant une surface importante du type ruban de cuivre étamé de section 30 x 2 mm devront être utilisés pour assurer l'écoulement de l'onde de foudre. La section minimale doit être de 50 mm<sup>2</sup>.
- ❑ Le parcours des conducteurs doit être le plus court et le plus direct possible.
- ❑ Les dévoiements augmentant ponctuellement l'impédance du conducteur devront être réalisés avec des rayons de courbures  $\geq 20$  cm.
- ❑ Les points de liaisons devront être réalisés avec soin de façon à offrir le meilleur contact possible (décapage, visserie en acier inoxydable, soudure...)

### 3.2 Différences de potentiel et amorçages

Lors de l'écoulement du courant de foudre dans un conducteur, des différences de potentiel apparaissent entre celui-ci et les masses métalliques reliées à la terre qui se trouvent à proximité.

Des étincelles dangereuses peuvent alors se former entre les 2 extrémités de la boucle ouverte ainsi créée.

- ❑ Des liaisons équipotentielles devront donc être réalisées aux points de plus grande proximité par des conducteurs appropriés (tresse plate de cuivre étamé de section 30 mm x 3.5 mm ou ruban de cuivre étamé de section 30 mm x 2 mm).



### 3.3 Montée en potentiel de la prise de terre

Lors de l'écoulement d'une onde de foudre le plan de terre d'un bâtiment va présenter une différence de potentiel par rapport aux structures voisines.

Ainsi le passage d'un courant de 100 kA dans une prise de terre de 5 Ohms provoquera une montée en potentiel de 500 kV par rapport aux points lointains du sol (Loi d'Ohm).

Cette montée en potentiel se répartit dans le sol, de façon variable et en fonction du type de prise de terre et des caractéristiques du sol.

Ainsi, la valeur de tension (Ud) à la prise de terre perturbée varie en fonction de la distance (d) séparant celle-ci de la prise de terre perturbatrice et de la résistivité du sol selon la relation :

$$Ud = \frac{\rho}{2\pi d} I \quad (\text{sur l'hypothèse d'un sol homogène})$$

- $\rho$  : Résistivité du sol ;
- $d$  : Distance entre le point mesuré et le centre de la prise de terre ;
- $I$  : Intensité du courant écoulé.

Toutes les parties conductrices d'une structure qui sont d'une manière quelconque reliée à la terre (canalisations, chauffage, installations électriques, armatures...) subissent une montée en potentiel si elles ne sont pas reliées entre elles.

- ❑ Le seul moyen d'éviter les claquages est de relier électriquement les structures entre elles afin de créer un site le plus équipotentiel possible.



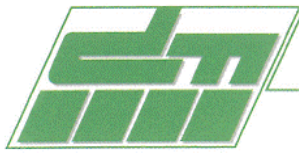
## Notion d'impédance :

En présence d'un courant de choc ou de perturbations présentant des fréquences élevées, le réseau de terre n'étant jamais purement résistif, celui-ci présente une composante réactive :

- En général sous forme « selfique » occasionnant des surtensions d'autant plus importantes que les transitions du courant sont plus rapides ;
  - Une prise de terre peut ainsi monter en potentiel dans des proportions de 2 à 4 fois plus élevées que le laisse présumer sa valeur de résistance en basse fréquence ;
  - Ceci est dû à l'augmentation de son impédance en régime transitoire.
- 
- Pour tenir compte de la nature impulsionnelle du courant de foudre et en assurer le meilleur écoulement possible dans le sol, des prises de terre de formes, dimensions et valeur ohmique adaptées sont réalisées. Ceci ayant pour but de minimiser l'apparition de surtensions dangereuses à l'intérieur du volume protégé.
  - Les éléments enterrés constitutifs de la prise de terre paratonnerre de trop grande longueur horizontale ou verticale présentant une impédance d'onde élevée sont à éviter.
  - La réalisation (par fonçage) de prises de terre « PDT » paratonnerre à brins multiples est préconisée telle que :
    - PDT paratonnerre de type « Système patte d'oie amélioré » (3 brins de 7 à 8m orientés à 45°) ;
    - PDT paratonnerre de type « Par piquets triangulés » (de 2 à 3m de coté) ;
    - PDT paratonnerre de type « Par piquets alignés ».
  - La longueur d'une électrode peut être estimée lorsque la résistivité est connue par les formules simplifiées suivantes :

Électrode horizontale	Électrode verticale
$L = \frac{2\rho}{R}$	$L = \frac{\rho}{R}$

- $L$  : Longueur de l'électrode (m) ;
- $\rho$  : Résistivité du sol ( $\Omega.m$ ) ;
- $R$  : Résistance de la prise de terre paratonnerre (valeur recherchée  $\leq 10\Omega$ ).



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **16**  
sur **45**

### 3.4 Équipotentialité des masses métalliques

La réalisation d'équipotentialité est l'élément fondamental d'une bonne protection à l'intérieur du bâtiment, en limitant l'apparition de différences de potentiel au niveau des différents équipements et des masses métalliques.

Il est fortement recommandé de procéder à des dispositions supplémentaires d'interconnexions en reliant équipotentiellement lorsque cela est possible les masses métalliques situées à proximité du réseau de terre du bâtiment.

La structure métallique des équipements situés en toiture doit être reliée en plusieurs points au réseau de terre générale et au réseau de terre foudre, assurant ainsi une liaison fiable de terre afin d'obtenir une réelle équipotentialité des masses.

Il devra être entrepris lors de la mise en œuvre des conducteurs de terre, de séparer la terre des masses de la terre électrique jusqu'à la barrette de distribution.





## 4 - DÉFINITION DE L'IEPF

Pour chaque structure pour laquelle l'analyse du risque foudre « ARF » a identifié un besoin de protection, l'étude technique « ET » indique le type (cage maillée, paratonnerre à tige...) et les caractéristiques du système de protection contre les chocs de foudre directs ainsi que son positionnement (y compris le positionnement des conducteurs de descente et des prises de terre paratonnerre).

L'ET définit les liaisons d'équipotentialité à mettre en place entre le système de protection contre la foudre « SPF » et les lignes et canalisations conductrices.

La protection est définie en conformité aux normes NF EN 62305-3 et NF C 17-102.

En fonction de leur utilisation, les composants de protection contre la foudre devront être conformes aux normes de la série NF EN 50164 (Composants de protection contre la foudre « CPF »).

Parmi les différents systèmes de protection contre la foudre par paratonnerre(s), on trouve principalement les dispositifs de capture suivants :

- Le paratonnerre à tige simple « PTS » ;
- Le paratonnerre à fils tendu (fils tendu) ;
- Le paratonnerre à cage maillée (cage maillée) ;
- Le paratonnerre à dispositif d'amorçage « PDA ».

### 4.1 Qu'est ce qu'un paratonnerre ?

Le paratonnerre est un dispositif de capture qui sert à protéger les structures contre les impacts directs de la foudre.

Il a pour fonction de capter et de canaliser les impacts foudre via un conducteur de descente et de l'écouler à la terre via une prise de terre paratonnerre afin d'éviter que ceux-ci ne pénètrent à l'intérieur de la structure à protéger.

Le terme de structure comprend les bâtiments, les cheminées, les pylônes et les antennes.

Le paratonnerre n'assure pas la protection des équipements et des installations électriques contre les surtensions.



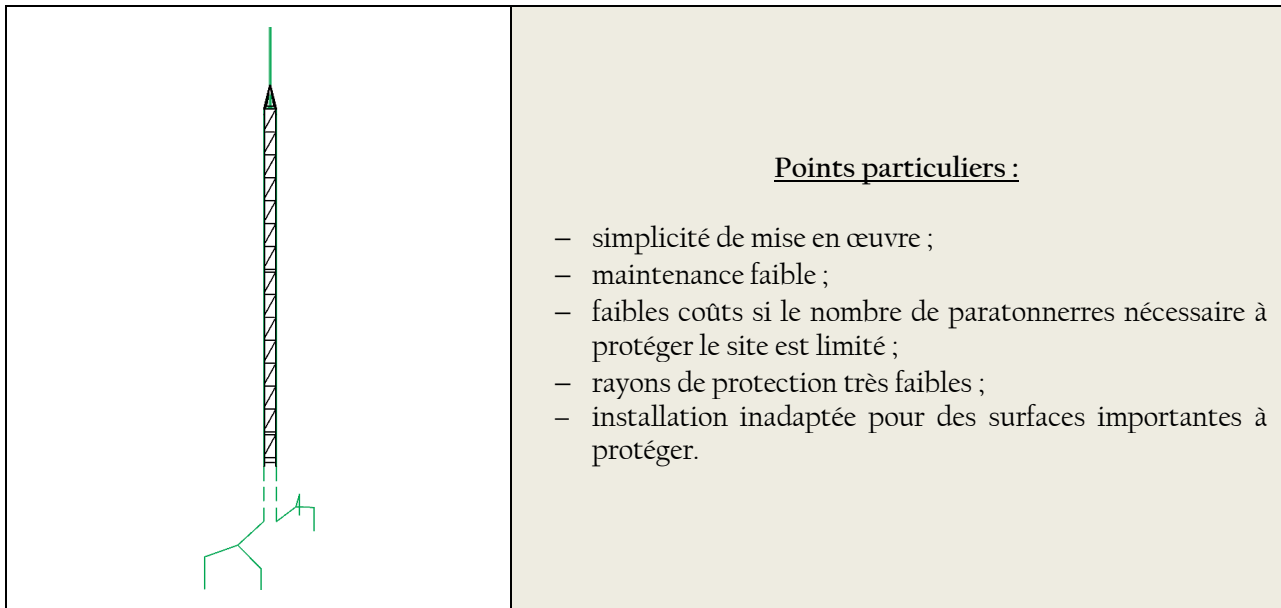
Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

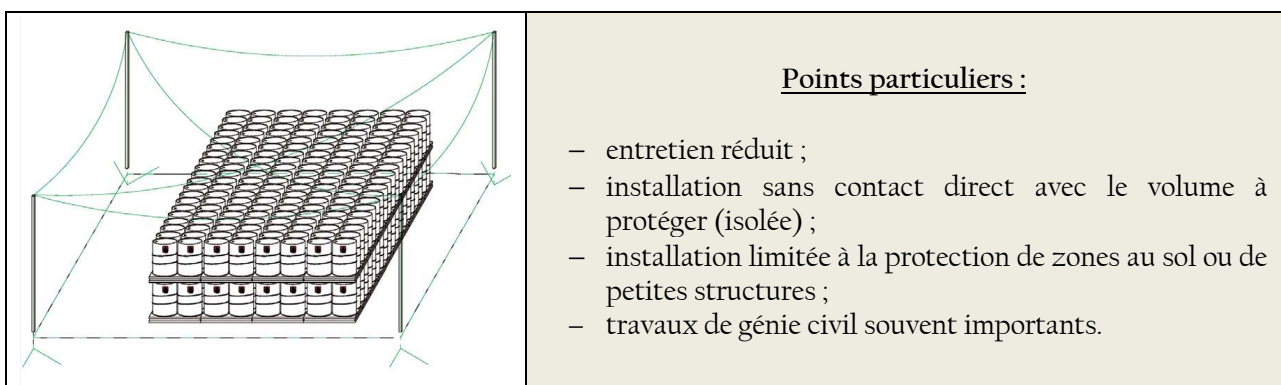
Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 18  
sur 45

## 4.2 Paratonnerre à tige simple « PTS »



## 4.3 Paratonnerre à fil tendu (Fil tendu)





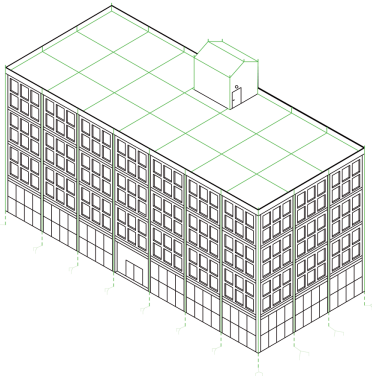
Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

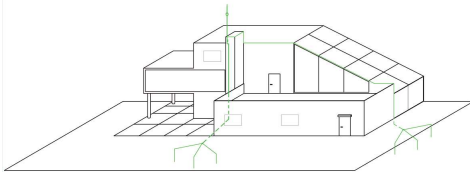
Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 19  
sur 45

## 4.4 Paratonnerre à cage maillée (Cage maillée)

	<p style="text-align: center;"><u>Points particuliers :</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– protection la plus fine ;</li><li>– niveau de protection élevé ;</li><li>– effets induits à l'intérieur de la structure limitée ;</li><li>– nombre de conducteurs de descente et de toiture très élevé ;</li><li>– installation lourde et souvent difficile à mettre en œuvre ;</li><li>– coût de mise en œuvre élevé.</li></ul>
---	--

## 4.5 Paratonnerre à dispositif d'amorçage « PDA »

	<p style="text-align: center;"><u>Points particuliers :</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– niveau de protection élevé ;</li><li>– installation adaptée au milieu industriel (mise en œuvre facilitée) ;</li><li>– conception simple (faible nombre de conducteurs de descente) ;</li><li>– maintenance réduite ;</li><li>– installation inadaptée aux atmosphères très hostiles (haute température ambiante et milieu très corrosif).</li></ul>
---	--



Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 20  
sur 45

## 4.6 Conclusion pour la protection contre les effets directs

Au vu des documents transmis et des conclusions de l'Analyse de Risque Foudre, il apparaît clairement que le site ROUXEL à Rieux ne nécessite pas de protection particulière contre les effets directs de la foudre.

## 5 - MISE EN PLACE DES MOYENS DE PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

### 5.1 Moyens de protection

Suite aux conclusions de l'ARF et d'un point de vue réglementaire, il n'est pas nécessaire d'installer de protection contre les effets directs.

### 5.2 Moyens de prévention

Des moyens de prévention tels que du matériel de détection d'orage ou un service d'alerte d'activité orageuse peuvent être définis.

Si tel est le cas, les moyens de prévention devront alors être intégrés dans les procédures d'exploitation de l'installation.

Un **système de détection d'orages** peut donc être mis en place sur le site, notamment au niveau du bâtiment principal.

Dans cette éventualité, un tel système, peut permettre de suivre l'évolution de l'activité orageuse au dessus du site et permettre ainsi de prendre des dispositions visant à garantir la sécurité des personnes et/ou la sécurité du matériel à l'approche d'un orage, par exemple : interdire l'accès en toiture des bâtiments ou encore : interdire les travaux à l'extérieure des bâtiments dans des zones ouvertes (opérations de chargement/déchargement).



Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 21  
sur 45

## 6 - DÉFINITION DE L'IIPF

En fonction du niveau de protection fixé dans l'ARF et des caractéristiques des lignes et des équipements à protéger, l'étude technique précise :

- Le nombre, la localisation, les caractéristiques et le dimensionnement en courant des parafoudres à mettre en place ;
- Les moyens de protection complémentaires (blindage de câble, blindage de locaux, cheminement des câbles...).

La protection est définie en conformité aux normes NF C 15-100 et NF EN 62305-4.

Les parafoudres sont conformes à la série des normes de la série NF EN 61643.

L'installation intérieure de protection contre la foudre « IIPF » protège contre les effets indirects de la foudre et essentiellement contre les surtensions.

C'est la partie du système de protection contre la foudre « SPF » qui comprend le (ou les) parafoudre(s) et les dispositifs de déconnexion associés aux parafoudres.

### 6.1 Qu'est-ce qu'une surtension ?

Une surtension est caractérisée par l'apparition d'une impulsion ou onde de tension qui se superpose à la tension nominale du réseau.

On distingue trois types de surtensions transitoires :

- Les surtensions d'origine atmosphérique ;
- Les surtensions temporaires à fréquence industrielle ;
- Les surtensions dues à une impulsion électromagnétique.

**Tous les réseaux électriques sont donc soumis aux dangers des surtensions, nous traiterons uniquement celles dues à la foudre.**



## 6.2 Conséquences des surtensions

### Destruction :

- Claquage en tension des jonctions semi-conductrices ;
- Destruction des métallisations des composants ;
- Destruction des contacts.

### Perturbations de fonctionnement :

- Effacement des mémoires ;
- Erreur ou blocage de programmes informatiques ;
- Erreur de données ou de transmission.

### Vieillessement prématuré :

Les composants exposés aux surtensions ont une durée de vie réduite.

## 6.3 Comment s'en protéger ?

Pour résoudre le problème des surtensions, le parafoudre, nom générique désignant tout dispositif de protection contre les surtensions transitoires, est la solution reconnue et performante, qui doit cependant être choisie en fonction du risque et installée selon les règles de l'art afin de procurer une efficacité maximale.

## 6.4 Qu'est-ce qu'un parafoudre ?

Les parafoudres sont des sous-ensembles, associant plusieurs composants de protection, pouvant être utilisés par l'installateur ou par le client final.

Ils sont destinés à s'intégrer dans l'installation pour protéger tout équipement électrique, électronique ou informatique contre les surtensions transitoires.

Les parafoudres sont structurés par la norme NF EN 61643-11 en trois types de produits, correspondant à des classes d'essai.

Ces contraintes spécifiques dépendent essentiellement de la localisation du parafoudre dans l'installation.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **23**  
sur **45**

En l'absence d'un coup de foudre, le parafoudre n'a pas d'influence significative sur les caractéristiques de fonctionnement de l'installation où il est connecté.

Pendant les chocs de foudre, le parafoudre répond à ces contraintes en diminuant sa propre impédance et en dérivant ainsi le courant de choc afin de limiter la tension.

Sa capacité à limiter la tension à ses bornes assure le niveau de protection.

## 6.5 Objectif

- Identifier et analyser les systèmes électriques du site, servant :
  - A assurer une continuité de service au niveau de l'activité du site ;
  - A assurer une surveillance accrue des systèmes de suivi et de sécurité du site.
  
- Déterminer les protections à installer en fonction de la localisation des systèmes à protéger.

### OPTIONS PRISES LORS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE

Le choix des différents paramètres permettant l'évaluation du risque et la détermination des parafoudres a été fait par **DUVAL MESSIEN** en fonction de la localisation des bâtiments et des équipements prévus.

Si ces choix ne convenaient pas, la société **ROUXEL** devra nous communiquer après lecture de l'étude les modifications à prendre en compte.



## 6.6 Choix des parafoudres

### 6.6.1 Détermination des parafoudres Type 1 depuis l'ARF

#### 6.6.1.1 Choix du courant de choc (Iimp)

Ci-après les équivalences entre le niveau de protection des parafoudres et le pouvoir d'écoulement des parafoudres Type 1 :

Niveau de protection (Np)	Courant de choc (Iimp) par pôle (onde 10/350 µs)		
	Réseau monophasé ou biphasé	Réseau triphasé sans neutre distribué	Réseau triphasé avec neutre distribué
<b>IV</b>	25,00 kA	16,67 kA	<b>12,50 kA</b>
III	25,00 kA	16,67 kA	12,50 kA
II	37,50 kA	25 kA	18,75 kA
I	50 kA	33,33 kA	25 kA

**Pour le bâtiment Stockage 2 (zone 2), il est obligatoire d'installer, en tête d'installation électrique, un parafoudre modulaire Type 1 tétrapolaire possédant un courant de choc (Iimp) par pôle de 12,5 kA en onde 10/350 µs au minimum dans le cas d'un réseau triphasé (50 kA au total).**

Ce parafoudre devra être compatible avec le schéma de liaison à la terre.





Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **25**  
sur **45**

## 6.6.1.2 Protection selon le schéma de liaison à la terre « SLT »

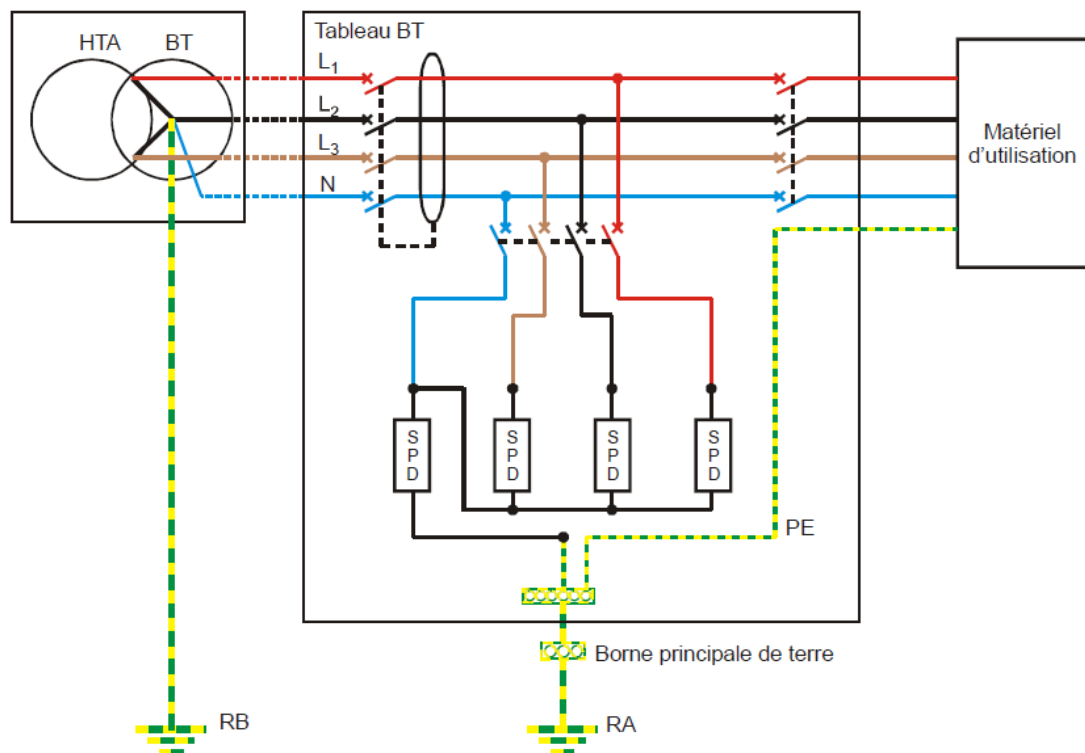
Le parafoudre installé à l'origine de l'installation devra assurer la protection selon le schéma de liaison à la terre.

Le site est alimenté en **triphase + neutre distribué**.

Le régime de neutre des TGBT : **Schéma TT**.

### Schéma d'installation des parafoudres selon le schéma de liaison à la terre (source : guide UTE C 15-443) :

#### D2b – Utilisation du mode de connexion C2



$R_A$  prise de terre (résistance de terre) de l'installation

$R_B$  prise de terre (résistance de terre) de l'alimentation



### 6.6.1.3 Choix du niveau de protection ( $U_p$ )

Le niveau de protection en tension ( $U_p$ ) est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre.

Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre. Le niveau de protection en tension ( $U_p$ ) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger.

**Conformément à la norme NF C 15-100, à l'origine d'une installation électrique (armoire principale ou TGBT), la valeur du niveau de protection ( $U_p$ ) devra être inférieure ou égale à 2,5 kV (sous limp).**

### 6.6.1.4 Prise en compte des surtensions de manœuvres

La prise en compte de ces surtensions doit se faire après l'évaluation du risque lié aux surtensions atmosphériques.

L'installation de parafoudres destinés à protéger contre les surtensions d'origine atmosphérique permet, en général, de se prémunir contre les surtensions de manœuvre.

### 6.6.1.5 Choix de la tension maximale de régime permanent ( $U_c$ ) du parafoudre

La valeur ( $U_c$ ) est choisie en fonction de la tension simple ( $U_o$ ) du réseau électrique ainsi que du schéma de liaison à la terre de l'installation.

Le parafoudre doit avoir une valeur ( $U_c$ ) supérieure ou égale à la valeur donnée pour un réseau de tension 230/400 V.

Connexion du parafoudre	Schéma de liaison à la terre				
	TT	TN-C	TN-S	IT-AN	IT-SN
Entre phase et neutre	253V	-	253V	253V	-
Entre phase et PE	253V	-	253V	400V	400V
Entre neutre et PE	230V	-	230V	230V	-
Entre phase et PEN	-	253V	-	-	-

**Conformément à la norme NF C 15-100, pour les installations présentes sur le site, la valeur de la tension maximale de régime permanent ( $U_c$ ) prise en considération devra être de 253V au minimum.**



## 6.6.1.6 Choix de la tenue aux surtensions temporaires (Ut)

Le parafoudre doit résister aux surtensions temporaires (Ut) minimales dues à des défauts basse tension « BT » sans modification de ses caractéristiques ou fonctionnalités.

Le parafoudre doit avoir une valeur (Ut) supérieure ou égale à la valeur donnée pour un réseau de tension 230/400 V.

Connexion du parafoudre	Schéma de liaison à la terre				
	TT	TN-C	TN-S	IT-AN	IT-SN
Entre phase et neutre	334V	-	334V	334V	-
Entre phase et PE	400V	-	334V	-	400V
Entre neutre et PE	-	-	-	-	-
Entre phase et PEN	-	334V	-	-	-

Conformément à la norme [NF C 15-100](#), pour les installations présentes sur le site, la valeur de la tenue aux surtensions temporaires (Ut) prise en considération devra être de **334V au minimum**.

## 6.6.2 Détermination des parafoudres Type 2 depuis le guide UTE C 15-443

### 6.6.2.1 Choix du courant nominal de décharge (In)

A l'origine d'une installation alimentée par le réseau de distribution publique, le courant nominal de décharge (In) recommandé est de 5 kA pour les parafoudres Type 2.

Une valeur plus élevée donnera une durée de vie plus longue.

### Évaluation du niveau d'exposition aux surtensions de foudre

Le niveau d'exposition aux surtensions de foudre dénommé F est évalué par la formule suivante :

$$F = N_k (1.6 + 2L_{BT} + \delta)$$

- $N_k$  (Niveau kéraunique local) = **4 (source : ARF de DUVAL MESSIEN sur la base de  $N_k \approx$**

**$10 \times N_g$** ;

- $L_{BT}$  est la longueur en Km de la ligne basse tension « BT » alimentant l'installation.  
(Pour information, pour des valeurs supérieures ou égales à 0,5 km, on retiendra une valeur =>  $L_{BT} = 0,5$ ).



Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 28  
sur 45

- $\delta$  est un coefficient prenant en compte la situation de la ligne et celle du bâtiment. La valeur du coefficient retenue est donnée dans le Tableau 2 du guide UTE C 15-443 :

Situation de la ligne BT et des bâtiments	Coefficient $\delta$
Complètement entouré de structures	0
<b>Quelques structures à proximité ou inconnue</b>	<b>0,5</b>
Terrain plat ou découvert	0,75
Sur une crête, présence de plan d'eau, site montagneux	1

Application de la formule :

$$F = 4 \times (1,6 + (2 \times 0,15) + 0,5)$$

Soit :

$$F = 9,6$$

Le paramètre F est donc égal à 9,6 pour ce site.

Le Tableau 6 du guide UTE C 15-443 permet d'optimiser le choix de (In) en fonction du paramètre F :

Estimation du risque F	In (kA)
<b><math>F \leq 40</math></b>	<b>5</b>
$40 < F \leq 80$	10
$F > 80$	20

**Conformément au guide UTE C 15-443, le courant nominal de décharge minimum (In) retenu pour les parafoudres Type 2 sur ce site est de 5 kA au minimum.**



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **29**  
sur **45**

## **6.6.2.2 Choix du niveau de protection (Up)**

Le niveau de protection en tension (Up) est le paramètre le plus important pour caractériser le parafoudre.

Il indique le niveau de surtension aux bornes du parafoudre.

Le niveau de protection en tension (Up) du parafoudre doit être coordonné à la tension de tenue aux chocs du matériel à protéger.

**Conformément à la norme NF C 15-100, pour des armoires secondaires, la valeur du niveau de protection (Up) devra être inférieure ou égale à 1,5 kV (sous In= 5 kA).**



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **30**  
sur **45**

### **6.6.3 Fin de vie du parafoudre**

Le parafoudre peut arriver en fin de vie dans les cas suivants :

- Par emballement thermique dû à un cumul excessif de contraintes de foudre n'excédant pas ses caractéristiques, mais conduisant à une destruction lente de ses composants internes ;
- Par mise en court-circuit due à un dépassement de ses caractéristiques conduisant à une dégradation brutale de son impédance.

Dans les deux cas, le parafoudre est structurellement construit pour se déconnecter seul du circuit.

Sa mise en court-circuit peut entraîner :

- Soit un courant de court-circuit, auquel cas la déconnexion doit être assurée par un dispositif assurant la protection contre les court-circuits, et le cas échéant, la protection contre les contacts indirects ;
- Soit un courant de défaut à la terre, auquel cas la déconnexion doit être assurée par un dispositif assurant la protection contre les contacts indirects.

Il faut que chaque parafoudre installé soit équipé d'un déconnecteur thermique associé à un dispositif de protection contre les court-circuits.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **31**  
sur **45**

## **Maintenance des parafoudres**

Les parafoudres sont conçus pour fonctionner de manière répétitive et ne nécessitent pas, en fonctionnement normal, de maintenance particulière.

Néanmoins, en cas d'évènement exceptionnel (courant impulsionnel excessif, surtensions temporaires) une fin de vie contrôlée du parafoudre peut se produire et une opération de maintenance devra être alors nécessaire.

## **Signalisation**

Les parafoudres devront être équipés d'un dispositif de signalisation (voyant mécanique ou lumineux) lié au mécanisme de déconnexion interne.

En cas de déconnexion de sécurité, l'utilisateur devra être informé par le voyant, du changement d'état du parafoudre et devra procéder à son remplacement.

## **Télésignalisation**

La plupart des parafoudres sont disponibles en version « télésignalisation ».

Cette fonction, qui autorise le contrôle à distance de l'état du parafoudre, est particulièrement importante dans les cas où les produits sont difficilement accessibles ou sans surveillance.

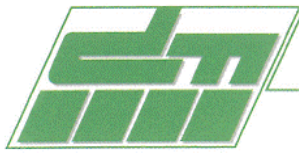
Le système est constitué d'un contact auxiliaire actionné en cas de modification d'état du module de protection.

### **L'utilisateur peut ainsi vérifier en permanence :**

- Le bon fonctionnement des modules ;
- La fin de vie (déconnexion) du parafoudre.

La version télésignalisation permet donc de choisir un système de signalisation par voyant.

Attention, il conviendra de s'assurer lors du branchement que les câbles ne cheminent pas en parallèle de l'alimentation du parafoudre et du câble de mise à la terre, l'objectif est d'éviter tout phénomène d'induction entre les câbles.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **32**  
sur **45**

## **Débrochabilité**

La conception de certains parafoudres est basée sur l'utilisation d'un module débrochable et enfichable sur un socle adapté, ce qui permet une grande facilité de remplacement et, éventuellement, de contrôle.

Sur une configuration multipolaire, la possibilité de remplacement d'un seul pôle défectueux permet une remise à niveau du parafoudre à moindre coût.

Le module enfichable est muni d'une étiquette de couleur permettant son identification et d'un détrompeur pour supprimer les risques d'erreurs de tension d'utilisation des modules.

## **Redondance**

Certaines versions de parafoudres sont équipées d'une fonction redondance.

Cette fonctionnalité permet, en cas de dégradation du parafoudre, de conserver le circuit de protection partiellement actif dans l'attente du remplacement du parafoudre.










## 7 - MISE EN PLACE DES MOYENS DE PROTECTIONS CONTRE LES EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre

### 7.1 Protection primaire / Armoires principales (ou TGBT)

#### Protection générale énergie

La protection des armoires principales ou des tableaux généraux basse tension « TGBT » contre les effets indirects de la foudre est exigée afin de réduire sensiblement, sans les absorber totalement, l'effet des surtensions sur les équipements primaires.

Ce dispositif est conçu pour être utilisé sur des installations où le risque foudre est très important, notamment en cas de présence d'un paratonnerre.

Quand faut – il installer un parafoudre?			
Caractéristiques et alimentation du bâtiment		$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$
	Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire Type 1	Obligatoire Type 1
	Alimentation BT par une ligne aérienne	Non obligatoire, Conseillé selon analyse du risque	Obligatoire Type 1 ou 2
	Risque de sécurité des personnes suite à l'indisponibilité	Selon analyse de risque	Obligatoire Type 1 ou 2
	A proximité d'un des points cités plus haut	Non obligatoire, Conseillé selon analyse du risque	Non obligatoire, Conseillé selon analyse du risque
	Alimentation BT souterraine, Si conséquences sur le coût, la sécurité	Non obligatoire, Conseillé selon analyse du risque	Non obligatoire, Conseillé selon analyse du risque



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **34**  
sur **45**

Suivant la norme NF C 15-100, la protection du site contre les coups de foudre directs impose la protection contre les coups de foudre indirects, et, plus particulièrement, la mise en place de parafoudres Type 1 en tête d'installation électrique des bâtiments équipés de paratonnerre(s) pour la protection des équipements.

Il est exigé d'installer des parafoudres Type 1 au niveau du TGBT suivant :

Bâtiment	Parafoudre Type 1	Remarques
Bâtiment Stockage 1 (zone 2)	<b>TGBT</b>	Protection de l'alimentation générale BT

Le parafoudre Type 1 devra être conforme à la norme NF EN 61643-11 et devra posséder les caractéristiques électriques minimales suivantes :

CARACTÉRISTIQUES	
Zone	<b>2</b>
Niveau de protection	<b>IV</b>
limp par pôle (onde 10/350 µs)	<b>12,5 kA</b>
Up	<b>2,5 kV</b>
Ut	<b>334V</b>
Uc	<b>253V</b>
Type de réseau	<b>Énergie</b>
Régime de neutre	<b>TT</b>
Nombre de pôle à protéger	<b>4</b>

Pour rappel, la zone 2 correspond au Bâtiment Stockage 1 (VPC, Stockage M1, local chaufferie).

Le parafoudre devra être installé en aval de l'organe de coupure principal et devra être associé à un dispositif de déconnexion (de type disjoncteur ou porte-fusibles), la sélectivité devant être assurée.

**Le parafoudre devra être mis en œuvre conformément aux règles d'installation du guide UTE C 15-443 et respecter les recommandations du fabricant.**



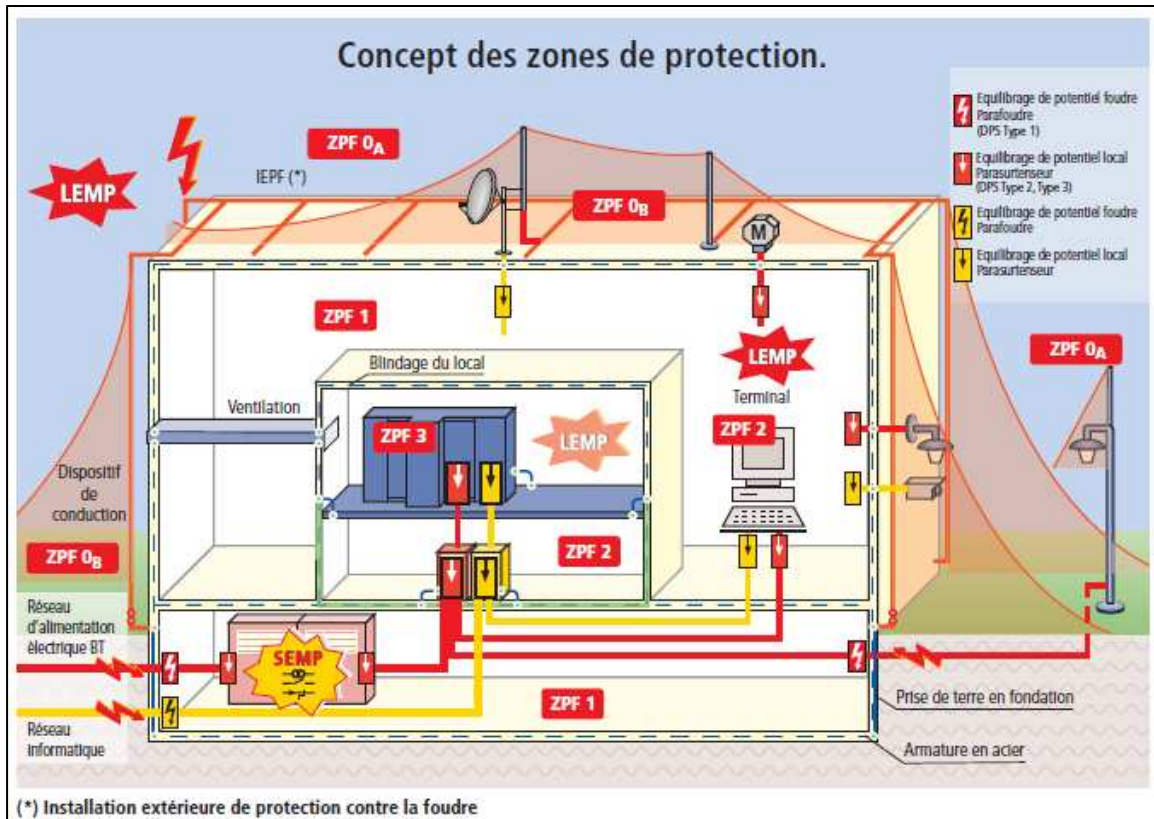
Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **35**  
sur **45**

Suivant la norme NE EN 62305-4 et selon le « concept des zones de protection contre la foudre » la mise en place de parafoudres Type 1 est obligatoire en entrée de zone(s) pour la protection des services entrants.



Protection contre la foudre et les surtensions des réseaux de puissance et de communication dans les structures selon la NF EN 62 305-4

Zone de protection contre la foudre Description

- |        |   |
|--------|---|
| ZPF 0A | Zone mise en danger par des coups de foudres directs, par des chocs impulsionsnels sous le courant plein ou partiel de foudre et par le champ magnétique total de foudre.   |
| ZPF 0B | Zone protégée contre les coups de foudre directs. Zone mise en danger par des coups de foudre directs, par des chocs impulsionsnels sous le courant partiel de foudre et par le champ magnétique total de foudre. |
| ZPF 1  | Zone où les chocs sont limités par le partage du courant et par des parafoudres aux frontières. Le champ électromagnétique de foudre peut être atténué par un écran spatial.                                      |
| ZPF 2  | Zone où les chocs peuvent être limités par la répartition du courant et par des parafoudres aux frontières. Le champ électromagnétique de foudre est généralement atténué par un écran spatial additionnel.       |

Ainsi, il n'est pas nécessaire d'installer d'autres parafoudres type 1 en complément de celui prévu au TGBT.



## 7.2 Protection secondaire / Armoires secondaires (ou TD)

### Protection secondaire énergie

La protection des armoires secondaires ou tableaux divisionnaires « TD » contre les effets indirects de la foudre est utile afin de réduire sensiblement sans les absorber totalement, l'effet des surtensions sur les équipements secondaires.

Il est donc obligatoire de prévoir l'installation, au niveau des armoires secondaires ou TD alimentant des **équipements importants pour la sécurité « EIPS »** (par exemples : les installations comportant des systèmes de sécurité incendie « SSI », les alarmes techniques, les alarmes sociales...) des parafoudres Type 2 conformément à la norme NF EN 62305-4.

Il est aussi fortement recommandé d'installer des parafoudres Type 2 afin d'offrir une protection efficace des armoires secondaires ou TD qui alimentent des **équipements sensibles** (par exemple : des automates, des variateurs de vitesse, des appareils de mesure...).

### Nota

Nous avons pu lister quelques équipements qui pourraient, en cas de destruction ou de dysfonctionnement, nuire à la sécurité du site d'une manière générale. Bien entendu la liste pourra être réalisée par la suite par le département Sécurité Environnement du site.

Ainsi, pour le bâtiment, il est exigé d'installer des parafoudres Type 2 au niveau des armoires électriques secondaires suivantes :

Bâtiment	Parafoudre Type 2	Remarques
Bâtiment Principal (zone 1)	TGBT Magasin	Protection de l'alimentation générale BT
Bâtiment principal (Zone 1)	Armoire bureaux	Protection de l'alimentation générale BT de la centrale de détection incendie
Bâtiment Stockage 1 (zone 2)	TGBT	Protection de l'alimentation générale BT
SAS 1 (zone 3)	Armoire principale du SAS 1	Protection de l'alimentation générale BT
Local Chargeur 2 (zone 4)	TGBT Local chargeur 2	Protection de l'alimentation générale BT
Local Chargeur (zone 4)	TGBT Local chargeur	Protection de l'alimentation générale BT
Local surpresseur (Zone 4)	Armoire surpresseur	Protection de l'alimentation générale BT des équipements d'extinction incendie (Zone 4)
SAS 2 (zone 5)	TGBT du SAS 2	Protection de l'alimentation générale BT
Bâtiment rangement divers (zone 9)	TGBT Minoterie	Protection de l'alimentation générale BT



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **37**  
sur **45**

Pour rappel, la zone 1 correspond au Bâtiment Principal (Bureaux, Habitation et Magasin libre service).

Pour rappel, la zone 2 correspond au Bâtiment Stockage 1 (VPC, Stockage M1, local chaufferie).

Pour rappel, la zone 3 correspond au SAS 1.

Pour rappel, la zone 4 correspond au Bâtiment Stockage 2 (Stockage 2, Local chargeur 2, Local chargeur, Local surpresseur).

Pour rappel, la zone 5 correspond au SAS 2.

Pour rappel, la zone 9 correspond au Bâtiment rangement divers (Minoterie).

Le parafoudre Type 2 devra être conforme à la norme NF EN 61643-11 et devra posséder les caractéristiques électriques minimales suivantes :

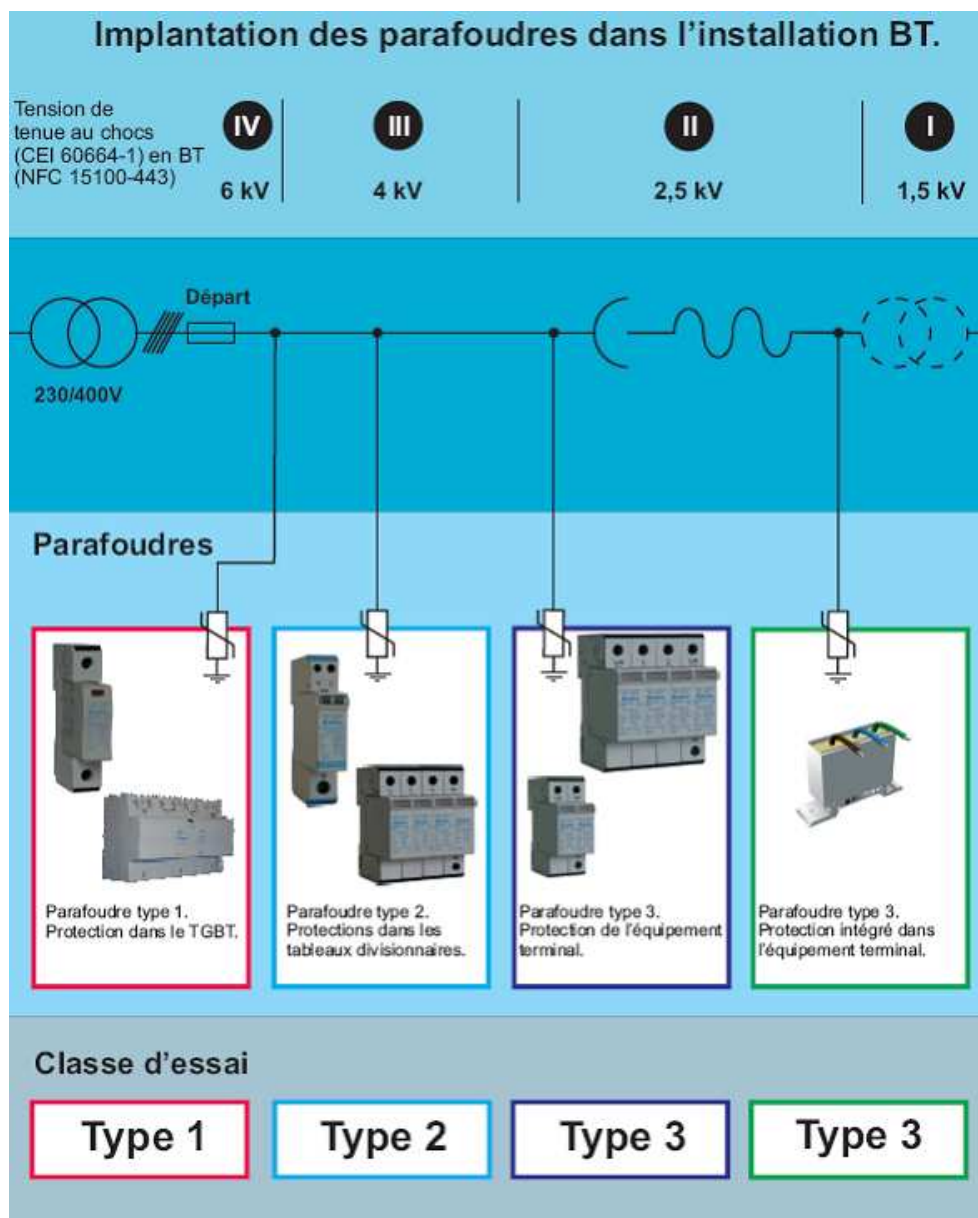
<b>In par pôle (onde 8/20 µs)</b>	<b>5 kA</b>	
<b>Up</b>	<b>1,5 kV</b>	
<b>Ut</b>	<b>334V</b>	
<b>Uc</b>	<b>253V</b>	
<b>Type de réseau</b>	<b>Energie</b>	
<b>Régime de neutre</b>	<b>TT 2P</b>	<b>TT</b>
<b>Nombre de pôle à protéger</b>	<b>2</b>	<b>4</b>

Chaque parafoudre devra être installé en aval de l'organe de coupure principal et devra être associé à un dispositif de déconnexion (de type disjoncteur ou porte-fusibles), la sélectivité devant être assurée.

**Le parafoudre devra être mis en œuvre conformément aux règles d'installation du guide UTE C 15-443 et respecter les recommandations du fabricant.**



## 7.3 Implantation des parafoudres dans l'installation BT.



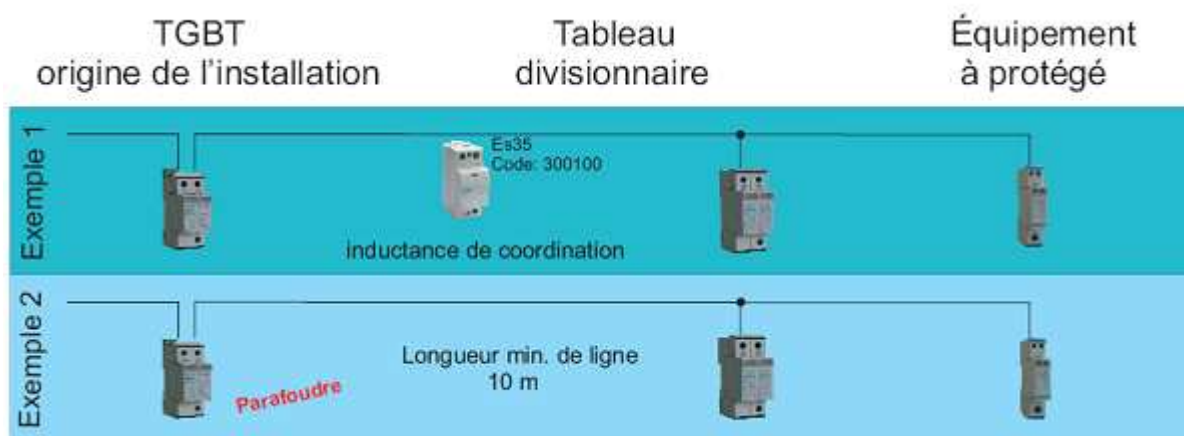
Les parafoudres énergie Type 1 devront être installés dans les armoires principales (ou TGBT) directement en aval des disjoncteurs principaux.

Les parafoudres énergie Type 2 devront être installés dans les Armoires secondaires (ou les TD) directement en aval des disjoncteurs principaux.

Les parafoudres énergie Type 3, s'ils sont prévus, devront être installés au plus près des équipements à protéger.



## 7.4 Coordinations des parafoudres



## 7.5 Protection primaire / Réseau de communication

La foudre est une des premières causes de perturbations et de destructions de terminaux connectés aux services de communication filaire.

Comme sur les réseaux à basse tension « BT », les surtensions transitoires peuvent apparaître sur les réseaux filaires de communication et perturber les matériels qui y sont connectés.

Les mécanismes d'apparition des surtensions sur les réseaux de communication sont similaires à ceux des réseaux BT.

De plus, une contrainte supplémentaire apparaît pour les équipements de communication, en effet, un coup de foudre proche induit des surtensions sur les lignes électriques BT et les lignes de communication.

En conséquence, les interfaces d'alimentation et de communication d'un même matériel peuvent se retrouver à des références de potentiels différentes et un amorçage peut se produire entre elles.

Les équipements connectés aux réseaux de communications sont particulièrement sensibles aux surtensions transitoires et ont une tenue aux chocs réduite.

Les conséquences des surtensions peuvent aller de la perte d'informations, du fonctionnement erratique à la destruction des équipements.

Pour la protection d'une installation de communication contre les surtensions transitoires d'origine atmosphérique, il convient d'installer des parafoudres visant à limiter de manière la plus efficace possible la propagation des surtensions ainsi que les différences de potentiels entre les réseaux.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **40**  
sur **45**

Ces parafoudres devront être installés sur chacun des réseaux filaires de l'installation considérée et pas seulement sur le réseau d'énergie.

Les parafoudres pour réseaux de communication sont conçus pour protéger les équipements connectés aux réseaux de communication contre les surtensions transitoires, en limitant leur niveau à une valeur compatible avec la tenue des équipements.

En l'absence de surtension transitoire, le parafoudre n'a pas d'influence significative sur les caractéristiques de fonctionnement de l'installation où il est connecté, notamment en termes de qualité de transmission.

Lors de l'apparition d'une surtension transitoire, le parafoudre diminue sa propre impédance et dérive ainsi le courant de choc afin de limiter la tension à ses bornes.

Sa capacité à limiter la tension résiduelle à ses bornes assure le niveau de protection.

Les parafoudres pour réseau de communication sont principalement basés sur la mise en œuvre de trois types de composants :

- Les éclateurs à gaz ;
- Les varistances ;
- Les diodes d'écrêtage.

Ces différents composants peuvent être utilisés seuls ou couplés entre eux afin d'améliorer leurs performances en terme de courant de décharge ou de niveau de protection.

Ainsi, il est obligatoire pour chaque bâtiment de protéger les lignes de communication suivantes :

- **Tête d'arrivée des lignes France Télécom ;**

Bâtiment	Parafoudre Type 2
Bâtiment Principal	Arrivée de ligne France Télécom





Client : ROUXEL

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : ROUXEL – RIEUX (56)

Page 41  
sur 45

Les parafoudres Type 2 devront être conformes à la norme NF EN 61643-21 et devront posséder les caractéristiques électriques suivantes :

Iimp par pôle (onde 10/350 µs)	2,5 kA	
	Up	≤ 70V
Uc	48V	180V
Type de réseau	Réseau de données numérique / RNIS-T0	Réseau de données analogique / RTC
Nombre de lignes à protéger	À déterminer	À déterminer

Chaque parafoudre devra être installé en série avec la ligne de communication à protéger.

**Le parafoudre devra être mis en œuvre conformément aux règles d'installation du guide UTE C 15-443 et respecter les recommandations du fabricant.**

**NOTA :**

- ***Il conviendra que la société ROUXEL, se rapproche de son opérateur de téléphonie et/ou de son fournisseur d'accès afin de vérifier que la mise en œuvre de parafoudres (en série) sur les lignes de communications est autorisée, qu'elle ne perturbe pas les communications, et surtout qu'elle ne remet pas en cause la protection de ces lignes (notamment celles liées à la sécurité du site).***
- ***L'installation de ces parafoudres devra être effectuée par une société spécialisée dans la téléphonie.***

**NOTA :**

- ***La communication avec les secours peut être réalisée par le réseau téléphonique filaire ou par le réseau téléphonique GSM.***
- ***Dans le cas du réseau téléphonique GSM, une protection particulière n'est pas nécessaire.***



## 8 - VÉRIFICATIONS & MAINTENANCE

### 8.1 Ordre des vérifications

Conformément aux normes NF C 17-102, NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4 ainsi qu'au guide UTE C 15-443, les vérifications doivent être effectuées :

- Initialement, à la fin des travaux de protection contre les effets de la foudre ;
- Périodiquement ;
- A chaque fois que la structure protégée est modifiée, réparée ou lorsque la structure a été touchée par la foudre.

Conformément à l'arrêté ICPE du 19/07/2011 :

- Une **vérification initiale** doit être réalisée au plus tard six mois après les travaux par un organisme compétent (distinct de l'installateur) ;
- Une **vérification visuelle** doit être réalisée annuellement ou en cas de coups de foudre enregistré sur la structure, par un organisme compétent ;
- Une **vérification complète** doit être réalisée tous les deux ans par un organisme compétent.

### 8.2 Rapport de vérification

Chaque vérification périodique (visuelle ou complète) doit faire l'objet d'un rapport détaillé faisant état de tous les résultats de la vérification et des mesures correctives à prendre.

### 8.3 Vérification initiale

La vérification initiale doit être effectuée après la fin des travaux de protection contre les effets de la foudre.

Son objectif est de s'assurer que la totalité de l'installation est conforme aux normes aux normes NF C 17-102, NF EN 62305-3 et NF EN 62305-4 ainsi qu'au guide UTE C 15-443.



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **43**  
sur **45**

Cette vérification porte au moins sur les points suivants :

- Le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée ;
- Le PDA possède les caractéristiques indiquées dans l'étude technique ;
- Le nombre de conducteurs de descente ;
- La conformité des composants utilisés, à la norme NF C 17-102 pour le PDA, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- Le cheminement, l'emplacement et la continuité électrique des conducteurs de descente ;
- La fixation des différents composants ;
- Les distances de séparation et/ou liaisons équipotentiellles ;
- La résistance des prises de terre ;
- L'équipotentialité des prises de terre paratonnerre avec la terre électrique du bâtiment.

Dans tous les cas, lorsqu'un conducteur est partiellement ou totalement intégré, sa continuité électrique doit être vérifiée.

## **8.4 Vérification visuelle**

Il convient de procéder à une inspection visuelle de l'IEPF afin de s'assurer que :

- Aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- L'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- Aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- La continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- Toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- Aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- La distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentiellles est suffisant et leur état est correct ;
- Les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.6).



Il convient de procéder à une inspection visuelle de l'IIPF afin de s'assurer que :

- Les connexions sont serrées et qu'aucune rupture de conducteur ou de jonction n'existe ;
- Aucune partie du système n'est fragilisée par la corrosion, particulièrement au niveau du sol ;
- Les conducteurs de mise à la terre et les écrans de câbles sont intacts ;
- Il n'existe pas d'ajouts ou de modifications nécessitant une protection complémentaire ;
- Il n'y a pas de dommages de parafoudres et de leur fusible ;
- Le cheminement des câbles est maintenu.

## **8.5 Vérification complète**

Une vérification complète comprend les inspections visuelles et les mesures suivantes pour vérifier :

- La continuité électrique des conducteurs intégrés ;
- Les valeurs de résistance des prises de terre paratonnerre (il convient d'analyser toutes les variations supérieures à 50 % par rapport à la valeur initiale) ;
- Le bon fonctionnement du PDA selon la méthodologie fournie par le fabricant.

## **8.6 Maintenance**

Il est recommandé de corriger tous les défauts constatés d'une vérification dès que possible afin de maintenir une efficacité optimale. Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois.

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

## **8.7 Organisme compétent**

Sont reconnus compétents les organismes qualifiés par un organisme indépendant selon un référentiel approuvé par le ministre chargé des installations classées (par exemples : le référentiel Qualifoudre de l'INERIS pour la qualification des professionnels de la foudre ou le référentiel foudre contrôle certification « F2C » de la COPREC pour la qualification des organismes compétents – Protection contre la foudre et prévention des installations contre les effets de la foudre).



Client : **ROUXEL**

Étude technique de protection contre la foudre n°PFD/SM/17/01/17/0001/ROUXEL

Site : **ROUXEL – RIEUX (56)**

Page **45**  
sur **45**

## NOTA

Les recommandations émises dans cette étude s'appuient sur l'analyse, la structure des réseaux et les caractéristiques des bâtiments à protéger, restitués dans leur environnement.

L'attention est attirée sur le fait que toute modification apportée à ces réseaux et dispositifs, dans certains cas même à leur environnement, peut compromettre l'efficacité des recommandations émises dans ce rapport et rendre nécessaire la mise en place de nouvelles protections appropriées.

Il conviendra donc au moment de la réalisation de cet ensemble de vérifier :

- Qu'il n'y a pas de modification par rapport au plan d'origine ;
- Qu'il n'y aura pas de modification d'exploitation entraînant la nécessité de modifier les hypothèses retenues et confirmées par le client.

Nous vous rappelons qu'un complément d'étude devra être nécessaire et devra être joint à celle-ci dans le cas suivant : réalisation d'extensions ou de modifications de la structure.

L'analyse du risque foudre « ARF » doit systématiquement être mise à jour à l'occasion de modifications notables des installations nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers ou pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF.

L'exploitant doit tenir en permanence à disposition de l'inspection des installations classées l'analyse du risque foudre, l'étude technique, la notice de vérification et de maintenance, le carnet de bord et les rapports de vérifications périodiques.