



# *Analyse Risque Foudre*





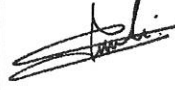

## *Etude Technique*

### **SOPREMA**

Site de St Julien Sur Sault (89)

<b>TECFOUDRE</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 1/70

## 1- HISTORIQUE DES EVOLUTIONS :

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures		
			Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
0	28/06/19	Version initiale	BG 	KT 	Bertrand Leroy (RAP) 
1	19/11/19	Prise en compte des bâtiments 14 et 15	BG 	KT 	Bertrand Leroy (RAP) 

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 2/70

## 2- SOMMAIRE :

1- HISTORIQUE DES EVOLUTIONS :	2
2- SOMMAIRE :	3
3- GLOSSAIRE	5
4- LE RISQUE Foudre	7
5- INTRODUCTION	8
5.1. Références réglementaires et normatives	8
5.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre	8
5.3. Définition de l'Etude Technique	9
6- PRINCIPES GENERAUX :	10
6.1. Situation géographique :	10
6.2. Rubriques ICPE	10
6.3. Documents mis à disposition	10
7- ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)	11
7.1. Densité de foudroiement	11
7.2. Résistivité du sol	11
7.3. Identification des risques dus à la foudre	12
7.4. Détermination des niveaux de protection	13
7.4.1. Identification des structures à protéger	13
7.4.2. Description du bâtiment 13	13
7.4.3. Description du bâtiment 14	13
7.4.4. Description du bâtiment 15	14
7.5. Évaluations du risque foudre	15
8- ETUDE TECHNIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre	16
8.1. Principes de protection : IEPF et IIPF	16
8.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)	16
8.1.2. Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)	16
8.2. PRECONISATIONS	22
8.2.1. Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)	22
8.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)	26
8.2.3.1 Rappel Général	26
8.2.3.2 Parafoudres de type 1	29
8.3. Equipotentialité	31
8.4. Qualification des entreprises travaux	32
8.5. Observations	32
9- VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre	33
9.1. Vérification initiale	33
9.2. Vérifications périodiques	33
10- LA PROTECTION DES PERSONNES	35
10.1. Prévention et enregistrement des impacts	35
10.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement	35
10.1.2. Les mesures de sécurité	36

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 3/70

10.2.	Tension de contact et de pas	37
10.2.1.	Tension de contact	37
10.2.2.	Tension de pas	37
11-	ANNEXES	38
11.1.	Annexe 1 : Plan de masse	39
11.2.	Annexe 2 : Visualisation des risques R1 sans et avec protection	40
11.3.	Annexe 3 : Données de sortie Protec	43
11.4.	Annexe 4 : Prise de terre paratonnerre	52
11.5.	Annexe 5 : Distance de séparation	55
11.6.	Annexe 6 : Equipotentialité	58
11.7.	Annexe 7 : Carnet de bord	61
11.8.	Annexe 8 : Notice de vérification et de maintenance	65
11.8.1.	Les IEPF :	65
11.8.2.	Les IIPF :	67
11.8.3.	La prévention :	67
11.8.4.	Vérification des protections foudre	68

NOMBRE DE PAGES DU DOSSIER : 70

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 4/70

### 3- GLOSSAIRE

#### **Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) :**

Son rôle est de capter et de canaliser le courant de foudre vers la terre par le chemin le plus direct (en évitant la proximité des équipements sensibles). L'IEPF est composée :

- du système de capture : il est constitué de paratonnerres stratégiquement placés et de dispositifs naturels de capture ;
- des conducteurs de descente destinés à écouler le courant de foudre vers la terre ;
- du réseau des prises de terre ;
- du réseau d'équipotentialité (un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs complété éventuellement par la mise en place de parafoudres et d'éclateurs).

#### **Installation Intérieure de Protection contre la Foudre (IIPF) :**

Son rôle principal est de limiter les perturbations électriques à l'intérieur des installations à des valeurs acceptables pour les équipements. L'IIPF est composée :

- du réseau d'équipotentialité : Il est obtenu par un maillage métallique des masses et des éléments conducteurs ;
- de parafoudres, de filtres, etc. spécifiquement conçus pour chaque type de signal à transmettre ;

#### **Méthode déterministe :**

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local. Par conséquent, quel que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme IPS, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF-EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié tels que cheminées, aéro-réfrigérants, racks, stockages extérieurs) cette méthode est choisie.

#### **Méthode probabiliste :**

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure, elle permet donc de définir des priorités dans le choix des protections et de vérifier la pertinence d'un système de protection.

Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments, afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées (de type bâtiment), elle tient compte des dimensions, de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite, et des dommages que pourrait engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

- R1 : Risque de perte humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de pertes économiques

Suivant la circulaire du 24/04/2008, seul le risque R1 est pris en considération.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 5/70

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable. Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres, d'interconnexions et/ou de paratonnerres.

Pour évaluer le risque dû aux coups de foudre dans une structure, nous utiliserons la norme 62 305-2. Elle propose une méthode d'évaluation du risque foudre. Une fois fixée la limite supérieure du risque tolérable, la procédure proposée permet de choisir les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable. Cela débouchera sur la définition d'un niveau de protection allant de I, pour le plus sévère, à IV pour le moins sévère.

### Niveau de protection (N<sub>P</sub>) :

Nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle.

Caractéristiques de la structure	niveau de protection
Structure non protégée par SPF.	-
Structure protégée par un SPF	IV
	III
	II
	I

Les niveaux de protection s'échelonnent du « Niveau IV » au « Niveau I ».

Le niveau IV étant le niveau de protection normal tandis que le niveau I est le niveau de protection maximal.

### Equipements Importants pour la Sécurité (EIPS) :

Pour être qualifié **d'éléments important pour la sécurité** (EIPS), un élément (opération ou équipement) doit être choisi parmi les **barrières de sécurité** destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les conséquences d'un événement redouté central susceptible de conduire à un **accident majeur**.

### Parafoudre :

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de choc. Il comprend au moins un composant non linéaire.

### Parafoudres coordonnés :

Parafoudres coordonnés choisis et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

### Système de protection contre la foudre (SPF) :

Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

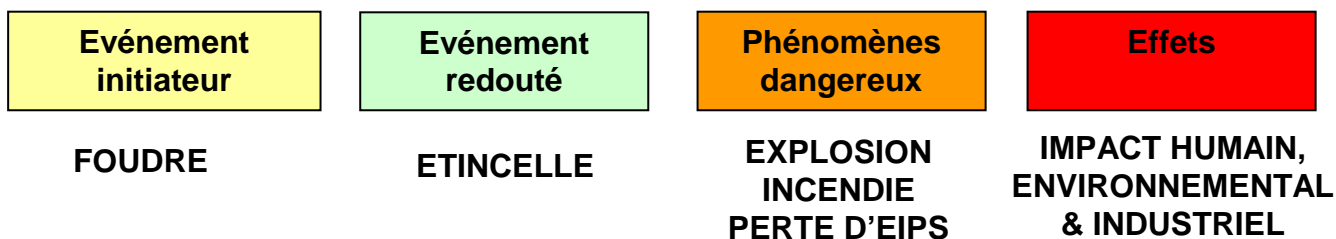
### Zone de protection foudre (ZPF) :

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 6/70

#### 4- LE RISQUE Foudre

Avant d'entamer précisément le dossier d'étude du risque foudre, il est nécessaire de rappeler quelques principes fondamentaux sur la foudre et ses effets destructeurs.



La foudre est un courant de forte intensité, 30 kA en moyenne avec des maxima de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement raides entre deux masses nuageuses ou entre une masse nuageuse et le sol.

Ce courant de foudre peut avoir des conséquences très dommageables pour les structures même des bâtiments lorsqu'elles sont directement frappées. La parade est relativement simple à trouver : l'installation de paratonnerres ou la prise en compte d'éléments constitutifs (naturel) du bâtiment en tant que tel.

Mais elle peut aussi causer d'innombrables dégâts aux équipements électriques, électroniques et informatiques qui se trouvent à proximité du point d'impact, en cherchant à s'écouler à la terre par tous les éléments conducteurs qu'elle rencontre sur son chemin. Elle rayonne également un champ électromagnétique très intense, lui-même générateur de courants parasites sur les câbles qu'il illumine. Enfin, elle crée des phénomènes dits de "couplage de terre" lors de son écoulement à la terre.

La parade contre ces effets secondaires est plus difficile à mettre en place dans la mesure où le danger peut avoir des origines multiples. Néanmoins, les progrès de ces dernières années sur la connaissance de ces phénomènes nous permettent aujourd'hui de nous en protéger grâce aux mesures suivantes :

- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des terres du site dont le but est de limiter les conséquences des phénomènes de couplage de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques tels que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau en surface, encore appelé "Plan de Masse", a pour effet de réduire les courants vagabonds qui circulent habituellement dans ces éléments conducteurs.
- Cette mesure de mise en équipotentialité peut être complétée par l'installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments et reliées aux équipements importants pour la sécurité ou aux électroniques fragiles, pour les protéger contre les surtensions transitoires dont l'origine a été expliquée précédemment.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 7/70

## 5- INTRODUCTION

### 5.1. Références réglementaires et normatives

L'étude est réalisée dans le respect des règles de l'art, conformément aux prescriptions, normes, décrets et textes officiels en vigueur à ce jour, et plus particulièrement aux documents suivants :

#### ❖ Normes

Norme	Désignation
NF C 17-102 (Septembre 2011)	Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100 (Décembre 2002)	Installations électriques Basse Tension § 443 et § 543
NF EN 62305-1 (Novembre 2013)	Protection contre la foudre, Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2 (Novembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 2012)	Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures

#### ❖ Réglementation

Document	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Application de l'arrêté du 19 juillet 2011

### 5.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre

L'objet de cette étude, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010, est d'analyser la nécessité de protection foudre et le niveau associé pour chaque unité concernée du site.

Selon l'article 18 de l'Arrêté du 19 juillet 2011 :

L'Analyse du Risque Foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée. Elle est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations. Cette étude tient compte des risques inhérents à votre site, vus dans l'étude de dangers.

Cette analyse est systématiquement 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.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 8/70



Et selon sa circulaire associée du 24 avril 2008 :

L'ARF identifie :

- Les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé.
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection ;
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- Le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'ARF n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

Pour conclure, la méthode est modélisée à travers un logiciel spécialisé : PROTEC, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

### 5.3. Définition de l'Etude Technique

L'objet de cette étude est de valider une solution de protection foudre pour chaque unité concernée du site. L'Etude Technique s'effectue comme suit :

#### ❖ Protection des effets directs (Installation Extérieure de Protection contre la Foudre)

Le but de cette étude est d'indiquer les dispositions à prendre pour obtenir, dans l'état actuel des connaissances de la technique et de la réglementation en vigueur, une protection satisfaisante des bâtiments et installations fixes, contre les coups de foudre directs.

Nous proposons pour chaque bâtiment ou structure la solution de protection la mieux adaptée possible à la situation rencontrée.

#### ❖ Protection des effets indirects (Installation Intérieure de Protection contre la Foudre)

Il y a lieu d'assurer une montée en potentiel uniforme des terres et des masses en cas de choc foudre sur le site.

Cette montée en potentiel uniforme permet de limiter les effets de claquage et les courants vagabonds, pouvant être des facteurs déclenchant dans les zones à risque ou bien destructeurs pour les équipements électroniques. Pour cela, l'examen des réseaux de terre est réalisé.

Les lignes électriques seront aussi examinées afin de limiter les surtensions qu'elles peuvent transmettre et devenir un éventuel facteur déclenchant dans les zones à risques à l'intérieur du site.

#### ❖ Prévention

Il y est défini les systèmes de détection d'orage, les mesures de sécurité et les moyens de protection contre les tensions de pas et de contact.

#### ❖ Notice de vérification et maintenance

Il y est défini la périodicité, la procédure de vérification, le rapport de vérification et la maintenance.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 9/70

## 6- PRINCIPES GENERAUX :

### 6.1. Situation géographique :

La structure étudiée est un site de montage SOPREMA implantée sur la commune de St Julien Sur Sault (89).

### 6.2. Rubriques ICPE

Rubrique 2663 : Stockage de pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques).

### 6.3. Documents mis à disposition

L'Analyse de risque foudre et l'Etude Technique se basent sur les informations et les documents fournis par la société RAP :

- Plans :
  - 2046-020 IMPLANTATION indB.pdf
  - 2046-030 ELEVATION indB.pdf
  - 2046-031 COSTIERES indA.pdf
  - 2046-040 ISOMETRIQUE indB.pdf
  - 2046-070 CANTONNEMENT indA.pdf
  - 2046-071A BACHE DE CANTONNEMENT.pdf
  - BAT 13 - Implantation extincteurs .pdf
  - BATIMENT Détails structure.pdf
  - EUROVIA 2018 06 22 A0 - Plan masse VRD.pdf
  - Plan de masse.pdf
  
- Vue aérienne du lieu d'implantation
- DOE SOPREMA
- Détails de la structure

**N.B :** En l'absence de l'ensemble des informations nécessaires\* pour le choix des paramètres de calcul du niveau de protection selon la NF-EN 62 305-2 ; les éléments seront choisis par défaut avec dans certains cas une majoration des critères retenus (cas défavorables).

\* *résistivité du sol, étude des dangers, ...*

*Annexe 1 : Plan de masse*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 10/70



### 7.3. Identification des risques dus à la foudre

Risque d'incendie et d'explosion : Le risque d'incendie sera retenu comme étant élevé. En effet l'activité du site et le classement ICPE soulignent la présence d'une charge calorifique importante (estimée supérieure à 800MJ/m<sup>2</sup>).

Le temps d'intervention des pompiers sur le site est estimée à moins de 10 minutes (Caserne à ST Julien 2 kms - Villeneuve sur Yonne à 6 kms - Joigny à 10 kms).

Aucune zone ATEX ne nous a été indiquée, nous ne retiendrons donc pas le risque d'explosion dans nos calculs.

Pollution de l'environnement : les produits dangereux pour l'environnement ne sont pas directement impactables par la foudre, et sont sous rétention. Nous ne retiendrons donc pas ce risque dans notre étude.

Seul un incendie aurait un impact sur l'environnement, nous agissons déjà sur ce risque.

#### DE PLUS NOUS POUVONS AJOUTER QUE :

Risque de panique des personnes : le nombre de personnes présentes par bâtiment est largement inférieur à 100 personnes. Ces personnes sont formées à l'évacuation du site, ce qui réduit fortement ce facteur de panique.

Nous retiendrons donc un risque de panique faible dans notre étude.

#### D'AUTRE PART :

Situation relative : les bâtiments sont entourés d'espaces verts, de candélabres, d'arbres et de bâtiments voisins. Ils seront donc considérés comme entourés d'objets plus petits ou de même hauteur.

Moyens d'extinction incendie : nous retenons un système d'extinction manuel (extincteurs).

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 12/70

## 7.4. Détermination des niveaux de protection

### 7.4.1. Identification des structures à protéger

En l'absence de murs coupe-feu 2H, les bâtiments seront étudiés en 3 blocs et selon la méthode probabiliste.

### 7.4.2. Description du bâtiment 13

PARAMETRE	VALEUR
Activité	Industriel
Dimensions (m)	L : 165 I : 30 H : 6
Matériaux	Structure métallique
Situation des structures avoisinantes	Entourés d'objets plus petits ou de même hauteur

LIGNE 1	PUISSANCE
Nom	Courants forts
Longueur de la connexion (m)	1000 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	HT Enterrée
Bâtiment connecté	Réseau public

LIGNE 2	COMMUNICATION
Nom	Courants faibles
Longueur de la connexion (m)	1000 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	TBT Enterrée
Bâtiment connecté	Réseau public

### 7.4.3. Description du bâtiment 14

PARAMETRE	VALEUR
Activité	Industriel
Dimensions (m)	L : 165 I : 30 H : 6
Matériaux	Structure métallique
Situation des structures avoisinantes	Entourés d'objets plus petits ou de même hauteur

LIGNE 1	PUISSANCE
Nom	Courants forts
Longueur de la connexion (m)	1000 m valeur par défaut
Lignes enterrées ou aériennes?	HT Enterrée
Bâtiment connecté	Réseau public

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 13/70

**LIGNE 2****COMMUNICATION**

<i>Nom</i>	Courants faibles
<i>Longueur de la connexion (m)</i>	1000 m valeur par défaut
<i>Lignes enterrées ou aériennes?</i>	TBT Enterrée
<i>Bâtiment connecté</i>	Réseau public

## 7.4.4. Description du bâtiment 15

**PARAMETRE****VALEUR**

<i>Activité</i>	Industriel
<i>Dimensions (m)</i>	L : 165 I : 30 H : 6
<i>Matériaux</i>	Structure métallique
<i>Situation des structures avoisinantes</i>	Entourés d'objets plus petits ou de même hauteur

**LIGNE 1****PUISSANCE**

<i>Nom</i>	Courants forts
<i>Longueur de la connexion (m)</i>	1000 m valeur par défaut
<i>Lignes enterrées ou aériennes?</i>	HT Enterrée
<i>Bâtiment connecté</i>	Réseau public

**LIGNE 2****COMMUNICATION**

<i>Nom</i>	Courants faibles
<i>Longueur de la connexion (m)</i>	1000 m valeur par défaut
<i>Lignes enterrées ou aériennes?</i>	TBT Enterrée
<i>Bâtiment connecté</i>	Réseau public

**TEC Foudre****59 Villeneuve d'Ascq**

Protection contre la foudre

Tel : 04 72 54 00 12

Analyse Risque Foudre  
Etude Technique**SOMPREMA**  
**St Julien Sur Sault (89)****19.11.2019**

Révision 1

Page 14/70

## 7.5. Évaluations du risque foudre

Le site sera protégé contre la foudre après mise en place des mesures de protection suivantes (données Jupiter en annexe 2 et 3) :

### Méthode probabiliste :

Bâtiment 13	Structure nécessitant une protection contre les effets directs de la foudre de niveau Np=III	Structure nécessitant une protection contre les effets indirects de la foudre de niveau Np=III
Bâtiment 14	Structure nécessitant une protection contre les effets directs de la foudre de niveau Np=III	Structure nécessitant une protection contre les effets indirects de la foudre de niveau Np=III
Bâtiment 15	Structure nécessitant une protection contre les effets directs de la foudre de niveau Np=III	Structure nécessitant une protection contre les effets indirects de la foudre de niveau Np=III

### EQUIPOTENTIALITES :

Liaisons équipotentielles des canalisations métalliques entrantes dans le bâtiment au réseau de terre du site.

### PREVENTION :

Mise en place d'un système de prévention de situation orageuse à intégrer dans les procédures d'exploitation du site afin d'éviter toute activité dangereuse lors de périodes orageuses.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 15/70



## 8- ETUDE TECHNIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

### 8.1. Principes de protection : IEPF et IIPF

#### 8.1.1. *Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)*

Il y a lieu de maîtriser le cheminement d'un éventuel courant de foudre et d'empêcher le foudroiement direct des bâtiments ou structures concernées. Pour le cas où le bâtiment ne bénéficierait pas d'une auto-protection satisfaisante (sur le plan technique et réglementaire), la solution consiste en la mise en place judicieuse d'un système de paratonnerre permettant de capter un éventuel coup de foudre se dirigeant sur les installations.

L'écoulement du courant de foudre doit être alors réalisé par des conducteurs reliant le plus directement possible ce captage à des prises de terre spécifiques. Les prises de terre paratonnerre doivent être reliées de façon équipotentielle au réseau de terre générale du site. Les masses métalliques situées à proximité des conducteurs de descente leur sont reliées en respectant les distances de sécurité indiquées dans les normes françaises NF EN 62305-3 et NF C 17 102, afin de ne générer aucun arc d'amorçage.

Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

#### 8.1.2. *Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)*

##### a) Réseau basse tension

Les points de livraison EDF se trouvent au niveau des postes de transformation.

Une protection de tête d'installation, disposée dans les TGBT, permet de briser l'onde de foudre venant du réseau EDF, et de supprimer une grande partie de son énergie.

Cette protection en tête d'installation est obligatoire suivant le texte de la norme NFC 15-100.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 16/70



Ci-dessous la synthèse :

## 5 RAPPEL DES REGLES DE LA NF C 15-100

Le tableau 1 ci-après reprend les règles de l'article 443 de la norme NF C 15-100 en prenant compte en complément l'indisponibilité de l'installation.

**Tableau 1 – Règles de protection**

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement ( $N_g$ ) Niveau kéraunique ( $N_k$ )	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire <sup>(2)</sup>	Obligatoire <sup>(2)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne <sup>(3)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Obligatoire <sup>(5)</sup>
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire <sup>(4)</sup>	Non obligatoire <sup>(4)</sup>
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes <sup>(1)</sup>	Selon analyse du risque	Obligatoire

<sup>(1)</sup> c'est le cas par exemple :

- de certaines installations où une médicalisation à domicile est présente ;
- d'installations comportant des Systèmes de Sécurité Incendie, d'alarmes techniques, d'alarmes sociales, etc.

<sup>(2)</sup> Dans le cas des bâtiments intégrant le poste de transformation, si la prise de terre du neutre du transformateur est confondue avec la prise de terre des masses interconnectée à la prise de terre du paratonnerre (voir annexe G), la mise en œuvre de parafoudres n'est pas obligatoire. Dans le cas d'immeubles équipés de paratonnerre et comportant plusieurs installations privatives, le parafoudre de type 1 ne pouvant être mis en œuvre à l'origine de l'installation est remplacé par des parafoudres de type 2 ( $I_n \geq 5$  kA) placés à l'origine de chacune des installations privatives (voir annexe G).

<sup>(3)</sup> Les lignes aériennes constituées de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre sont à considérer comme équivalentes à des câbles souterrains.

<sup>(4)</sup> L'utilisation de parafoudre peut également être nécessaire pour la protection de matériels électriques ou électroniques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critique dans l'installation comme indiqué par l'analyse du risque.

<sup>(5)</sup> Toutefois, l'absence d'un parafoudre est admise si elle est justifiée par l'analyse du risque définie en 6.2.2.

Lorsque le parafoudre n'est pas obligatoire, une analyse du risque peut être effectuée qui, si le coût des matériels mis en œuvre et leur indisponibilité sont vitaux dans l'installation, pourra le justifier.

Lorsqu'un parafoudre est mis en œuvre sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer aussi sur le circuit de communication (voir analyse du risque dans le guide UTE C 15-443).

Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

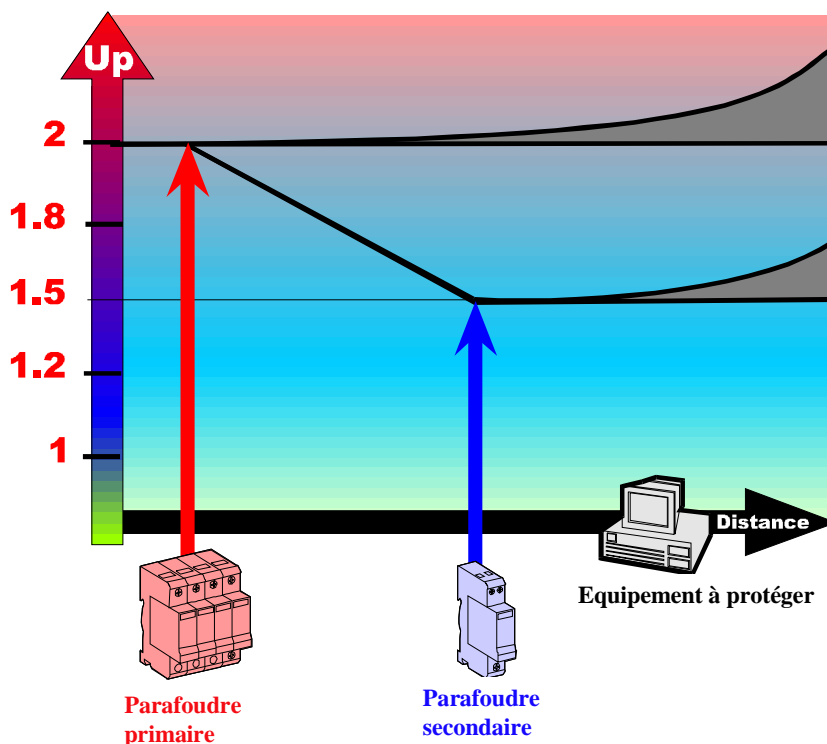
<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 17/70

D'autres équipements, jugés particulièrement sensibles ou pour lesquels la perte de continuité de service serait critique (exemple : Ascenseurs, systèmes informatiques et téléphoniques...) peuvent également être protégés par l'intermédiaire d'un second niveau de protection.

Ce second niveau est réalisé par des parafoudres dont la tension résiduelle, très basse, est adaptée à la sensibilité du matériel à protéger.

Ce concept s'appelle la « cascade » de parafoudres.

La « cascade » dans la pratique :



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).

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 18/70

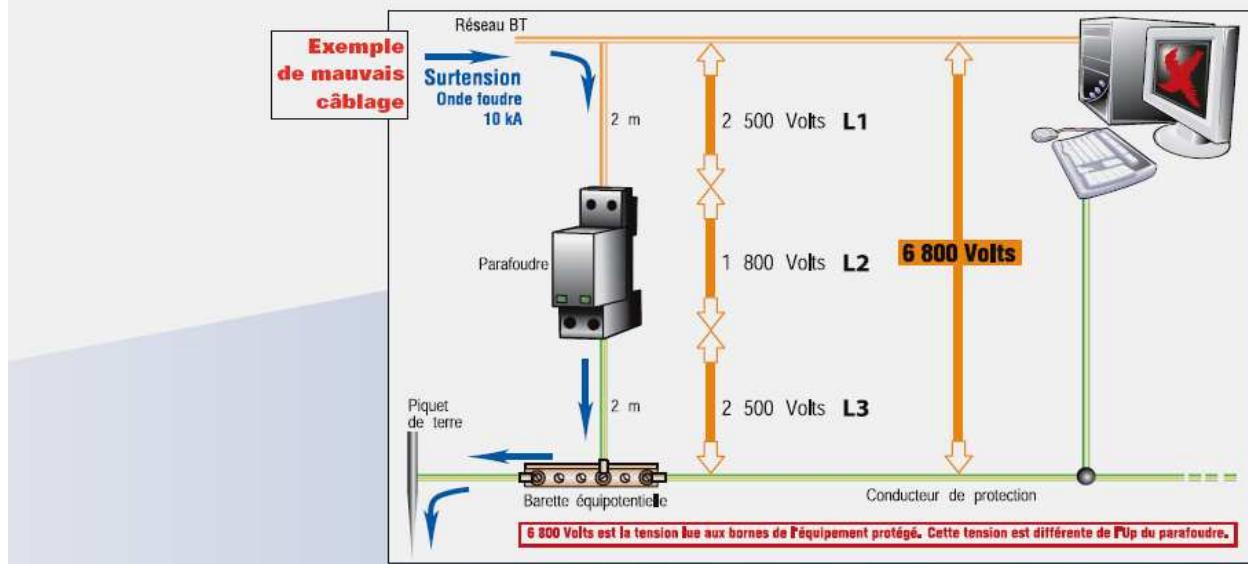
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court circuit (Icc).

### La Règle des 50 cm

La longueur cumulée L1 + L2 + L3 doit être inférieure à 50 cm, pour limiter la dégradation du niveau Up du parafoudre.

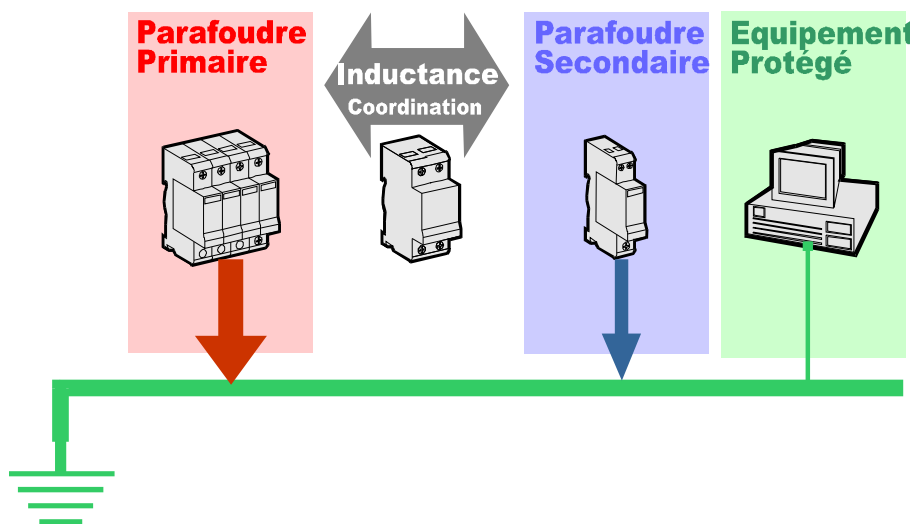
**En cas d'impossibilité :**

- Réduire cette longueur en déportant les bornes de raccordement.
- Sélectionner un parafoudre avec un Up inférieur (à In égal..).
- Utiliser un montage en coordination.



Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.

Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.

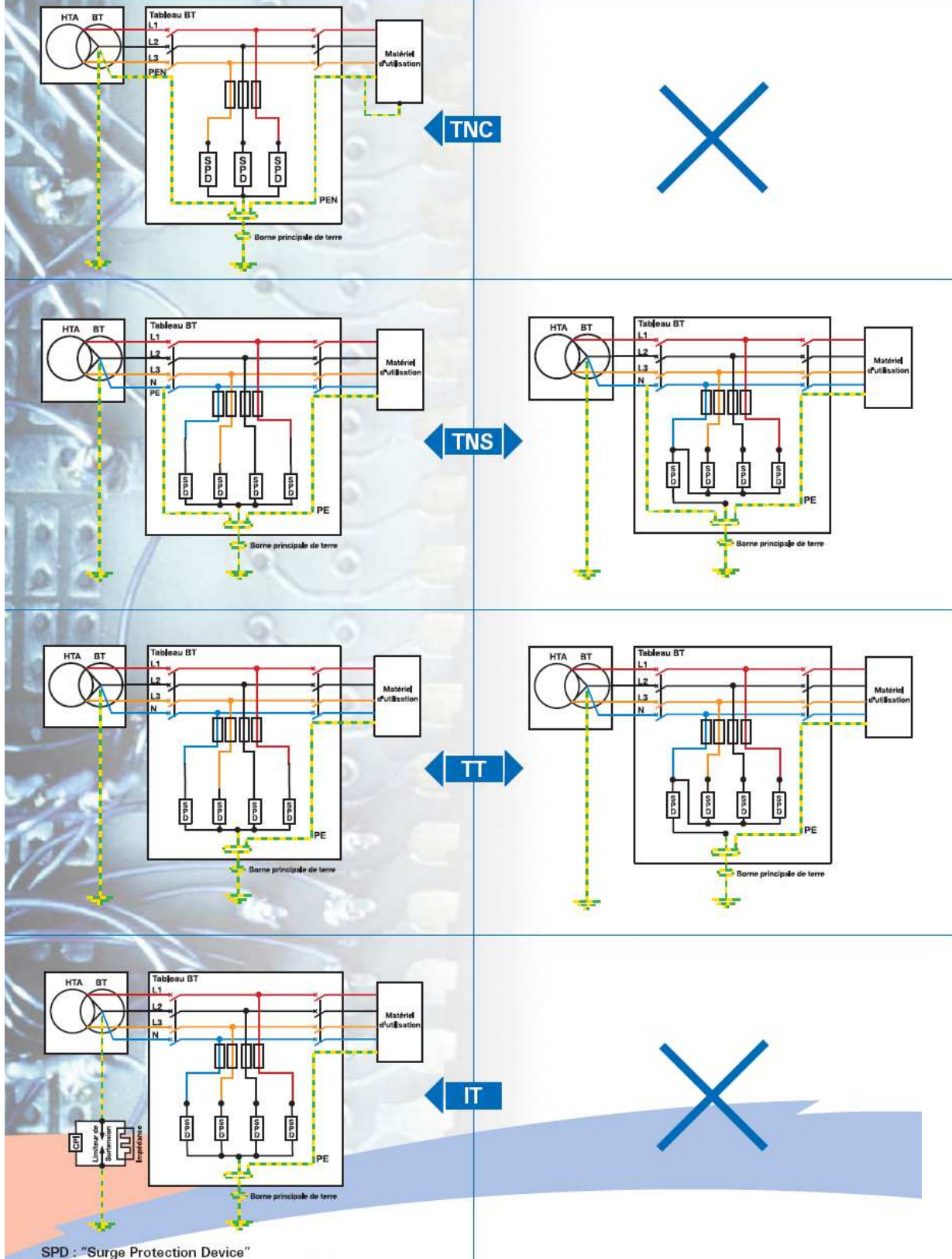


<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 19/70

# Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



**TEC Foudre**

**59 Villeneuve d'Ascq**

Protection contre la foudre

Tel : 04 72 54 00 12

Analyse Risque Foudre  
Etude Technique

**SOMPREMA**  
St Julien Sur Sault (89)

**19.11.2019**

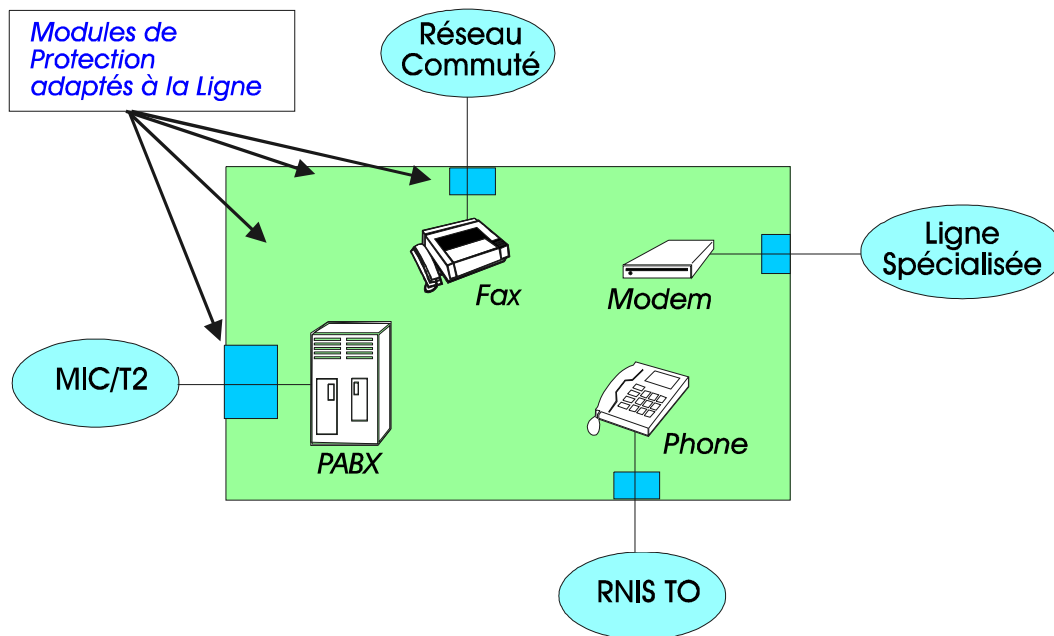
Révision 1

Page 20/70

## b) 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.



Les renseignements nécessaires à la bonne définition du matériel sont disponibles sur le « listing des têtes d'amorces » tenu à jour par France Télécom.

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 21/70



## 8.2. PRECONISATIONS

### 8.2.1. *Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)*

La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans la structure à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu. Un Système de Protection Foudre (SPF) est constitué de 3 principaux éléments :

- a) Dispositif de capture,
- b) Conducteur de descente,
- c) Prise de terre.

Nous distinguons :

#### **Les systèmes passifs régis par la norme NF EN 62305-3 :**

Cette technique de protection consiste à répartir sur le bâtiment à protéger, des dispositifs de capture à faible rayon de couverture (pour les pointes), des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

#### **Les systèmes actifs régis par la norme NF C 17-102 :**

Dans cette technique, le rayon de couverture des dispositifs de capture est amélioré par un dispositif ionisant. Les dispositifs de capture sont appelés Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA). Le rayon de protection d'un PDA dépend de sa hauteur (hm) par rapport à la surface à protéger, de son avance à l'amorçage ( $\Delta L$ ) et du niveau de protection nécessaire. Il est calculé à partir des abaques de la norme NF C 17-102. Un coefficient réducteur de 40 % doit être appliqué pour la protection des installations classées pour la protection de l'environnement soumise à l'arrêté du 4 octobre 2010.

**Les dispositifs de capture** peuvent être constitués par une combinaison quelconque des composants suivants :

- a) tiges simples (compris les mâts séparés),

Chaque pointe assurant une protection réduite, il est nécessaire d'implanter un très grand nombre de pointes pour des grandes structures. Cette solution n'est donc pas adaptée aux bâtiments.

- b) fils tendus,

Cette solution n'est pas adaptée aux structures. Elle est surtout utilisée pour des zones ouvertes de type « stockage ». Elle est donc écartée.

- c) conducteurs maillés,

Cette installation est complexe à mettre en œuvre et présente donc un coût important. Elle est donc écartée.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 22/70

d) structures naturelles,

Seul un bac acier d'épaisseur supérieur à 5 mm peut faire office de capteur naturel. Nous ne retenons donc pas cette solution.

e) paratonnerres à dispositif d'amorçage,

Les PDA permettent en un point de protéger une grande superficie. Cette solution sera donc la plus adaptée pour la protection du site. Cette solution permet d'éviter tout impact directement sur les structures et donc d'éviter le risque de percement de la toiture au-dessus des stockages inflammables.

**Les conducteurs de descente** peuvent être constitués par une combinaison quelconque des composants suivants :

a) structures naturelles,

Les éléments suivants de la structure peuvent être considérés comme des descentes "naturelles":

a) les installations métalliques, à condition que:

- la continuité électrique entre les différents éléments soit réalisée de façon durable, conformément aux exigences de 5.5.2,
- leurs dimensions soient au moins égales à celles qui sont spécifiées pour les descentes normales dans le Tableau 6.

Les canalisations transportant des mélanges inflammables ou explosifs ne doivent pas être considérées comme des composants naturels de descente si le joint entre brides n'est pas métallique ou si les brides ne sont pas connectées entre elles de façon appropriée.

NOTE 1 Les installations métalliques peuvent être revêtues de matériau isolant.

b) l'ossature métallique de la structure présentant une continuité électrique;

NOTE 2 Pour des éléments préfabriqués en béton armé, il est important de réaliser des points d'interconnexion entre les éléments de renforcement. Il est aussi essentiel que le béton armé intègre une liaison conductrice entre ces points. Il est recommandé de réaliser ces interconnexions "in situ" lors de l'assemblage (voir Annexe E).

NOTE 3 Dans le cas de béton précontraint, il convient de veiller au risque d'effets mécaniques inadmissibles dus, pour une part aux courants de décharge atmosphérique, et d'autre part au raccordement de l'installation de protection contre la foudre.

c) les armatures armées en acier interconnectées de la structure en béton;

NOTE 4 Les ceinturages ne sont pas nécessaires si l'ossature métallique ou si les interconnexions des armatures du béton sont utilisées comme conducteurs de descente.

d) les éléments de façade, profilés et supports des façades métalliques, à condition que:

- leurs dimensions soient conformes aux exigences relatives aux descentes (voir 5.6.2) et que leur épaisseur ne soit pas inférieure à 0,5 mm,
- leur continuité électrique dans le sens vertical soit conforme aux exigences de 5.5.2.

b) conducteurs normalisés dédiés,

Selon la norme, toute installation doit être équipée de 2 conducteurs de descente minimum dont de préférence un conducteur normalisé dédié (excepté pour les installations isolées de type pylône métallique, une descente normalisée suffit). Nous partons sur cette solution.

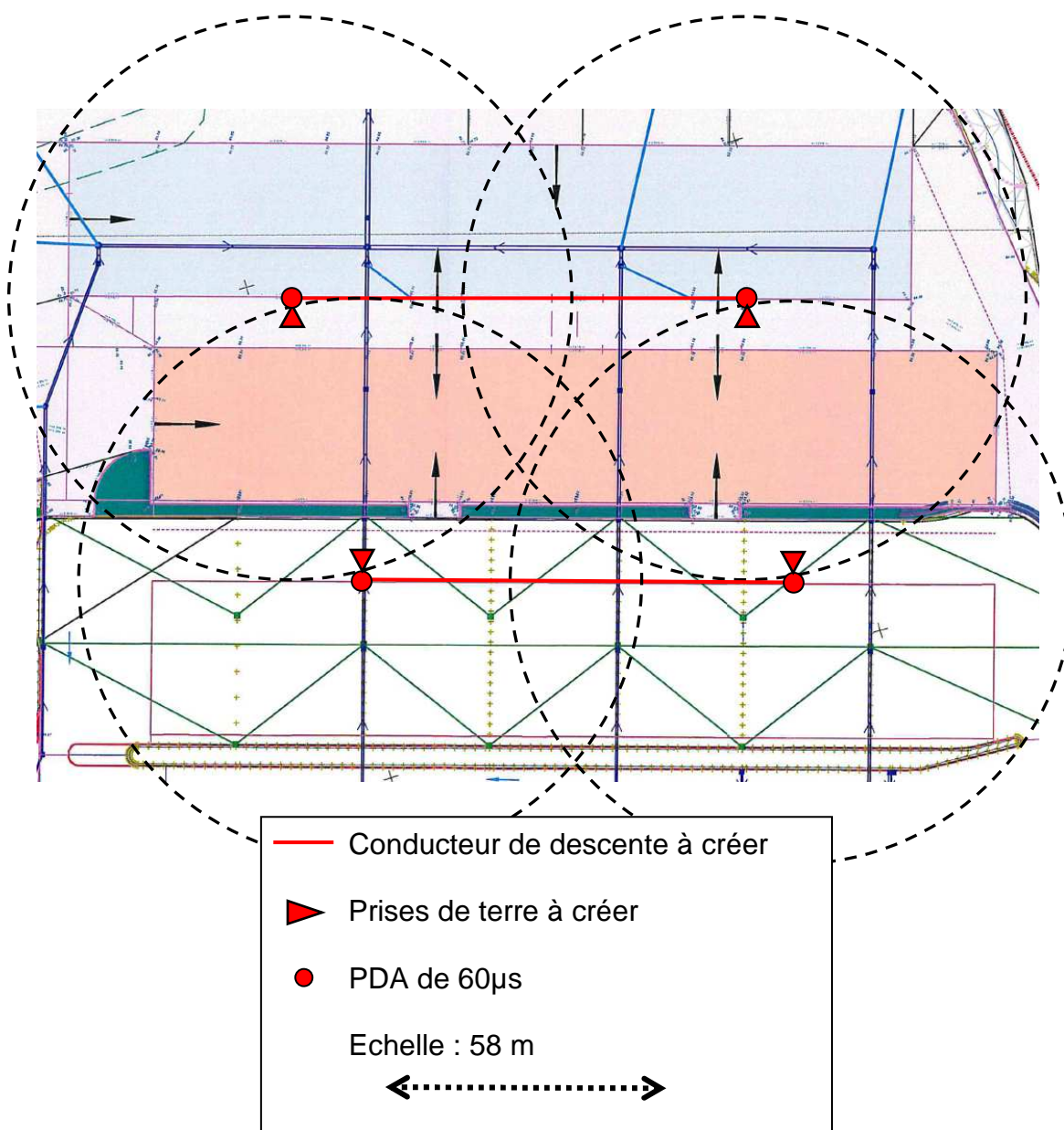
<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 23/70

**Les prises de terre** peuvent être constituées par une combinaison quelconque des composants suivants :

- a) prise de terre de type A
- b) prise de terre de type B
- c) structures naturelles

La norme NF EN 62305-3 impose une section de 50 mm<sup>2</sup> pour le cuivre (ou équivalent pour d'autre matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre. Pour les structures ou équipements équipés de la sorte nous privilégions l'utilisation de ce fond de fouille comme prise de terre paratonnerre de type B. Dans l'autre cas il sera nécessaire d'implanter au pied des descentes une prise de terre de type A.

Plan d'implantation de la protection contre les effets directs de la foudre



<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 24/70



L'installation PDA doit respecter les points suivants :

- Mise en place, en toiture du bâtiment 13, de 2 paratonnerres à dispositif d'amorçage, caractérisés par une avance à l'amorçage de 60 µs et testables.
- Mise en place, en toiture du bâtiment 15, de 2 paratonnerres à dispositif d'amorçage, caractérisés par une avance à l'amorçage de 60 µs et testables.
- Mise en place de 2 conducteurs de descente en façade du bâtiment 13 (au droit de chaque PDA) et mutualisés entre eux sur l'acrotère.
- Mise en place de 2 conducteurs de descente en façade du bâtiment 15 (au droit de chaque PDA) et mutualisés entre eux sur l'acrotère.
- La distance de séparation pour cette installation est nulle (cheminement sur surface métallique).
- En partie basse des descentes, présence de :
  - Un joint de contrôle à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
  - Un fourreau de protection mécanique 2 mètres,
  - Un regard de visite ou un étrier au niveau du sol pour l'accès au raccordement
- Mise en place au pied des descentes, d'une terre paratonnerre de type A.
- Mise en place d'une liaison équipotentielle entre les prises de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.
- Mise en place d'un compteur de coups de foudre sur chaque descente.
- 1 affichette d'avertissement de la présence d'une installation paratonnerre sera apposée en partie basse des descentes.

(\*) conforme à la NF C 17 102

*Document joint => Prise de terre (Annexe 1)*

*Document joint => Distance de séparation (Annexe 2)*

*Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 5)*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 25/70

## 8.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)

### 8.2.3.1 Rappel Général

#### DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES DE TYPE 1

Selon la NF EN 62305-1 de juin 2006, les caractéristiques des parafoudres sont issues du niveau de protection préalablement calculé selon la norme NF EN 62305-2 de 2006.

#### 1. ECOULEMENT DU COURANT DE Foudre

L'annexe E de la NF EN 62305-1 précise que lorsque le courant de foudre  $I$  s'écoule à la terre, il se divise entre :

- ❖ les différentes prises de terre (50% de  $I$ ),
- ❖ et les éléments conducteurs et les lignes extérieures à hauteur d'une valeur  $I_f$  (50% de  $I$ )

Référence page 62 et 63 de la NF EN 62305-1, annexe E :

#### E.1 Chocs dus à des impacts sur la structure (source de dommage S1)

##### E.1.1 Ecoulement dans les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure

Lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise entre les diverses prises de terre, les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure directement ou par des parafoudres.

$$\text{Si} \quad I_f = k_e I \quad (\text{E.1})$$

En supposant en première approximation que la moitié du courant de foudre s'écoule à la terre et que  $Z_2 = Z_1$ , la valeur de  $k_e$  peut être évaluée pour un élément conducteur extérieur par :

$$k_e = 0,5 / (n_1 + n_2) \quad (\text{E.4})$$

#### 2. DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES

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

Ce courant ne dépassera pas la moitié du courant crête du coup de foudre, défini selon les niveaux de protection dans le tableau 5 page 23 de la NF EN 62-305-1

Tableau 5 – Valeurs maximales des paramètres de foudre correspondant aux niveaux de protection contre la foudre

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	$I$	KA	200	150	100	

Soit 50% de  $I$

100

75

50

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 26/70

### 3. GUIDE DE CHOIX

Le courant impulsionnel  $I_{imp}$  des modules parafoudres doit être supérieur ou égal à la valeur donnée par les formules ci-dessous en fonction du niveau de protection défini pour le bâtiment:

$$N_p=I : I_{imp} \geq 100/(n_1+n_2)$$

$$N_p=II : I_{imp} \geq 75/(n_1+n_2)$$

$$N_p=III \text{ et } IV : I_{imp} \geq 50/(n_1+n_2)$$

$n_1$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures enterrées

$n_2$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures aériennes

#### Rappel 1 :

$n_1$  et  $n_2$  doivent tenir compte :

- du nombre de lignes de l'alimentation électrique extérieure du bâtiment (donc selon régime du neutre, de leur nombre de fils respectifs)
- des éventuelles autres lignes extérieures (telles que les alimentations d'éclairages extérieurs)
- des éventuels autres éléments extérieurs conducteurs (tels que canalisations métalliques, eau, gaz...)

Concernant le a), les valeurs de  $n_1$  et  $n_2$ , en fonction du régime de neutre de la ligne d'alimentation électrique, sont les suivantes :

	Nombre de fils par ligne	Niveau de Protection			
		I	II	III	IV
		$I_{imp}$ mini du parafoudre (en kA), sans prise en compte d'autres lignes ou éléments conducteurs			
IT avec neutre (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
IT sans neutre (Tri)	3	33.3	25	16.7	
TNC	3	33.3	25	16.7	
TNS (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TNS (Mono)	2	50	37.5	25	
TT (Tri + neutre)	4	25	18.8	12.5	
TT (Mono)	2	50	37.5	25	

#### **ATTENTION :**

*Une longueur de câble minimum entre les deux étages de protection (parafoudres de type I et de type II) doit être respectée de manière à assurer le découplage nécessaire au bon fonctionnement de la protection cascade.*

*Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.*

**Rappel 2 :** Ces parafoudres sont installés selon les recommandations du guide UTE 15-443.

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 27/70

A noter :

Selon le guide UTE C 15-443 page 30 § 8.2 les règles à respecter sont les suivantes :

Règle 1 : Respecter la longueur L ( $L_1+L_2+L_3$ ) < 0,50 m (7.4.2 et annexe H) en utilisant des borniers de raccordement intermédiaires si nécessaire.

Règle 2 : Réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE en les regroupant ensemble d'un même côté du tableau.

Règle 3 : Séparer les câbles d'arrivée (en provenance du réseau) et les câbles de départ (vers l'installation) pour éviter de mélanger les câbles perturbés et les câbles protégés. Ces câbles ne doivent pas non-plus traverser la boucle (règle 2).

Règle 4 : Plaquer les câbles contre la structure métallique du tableau lorsqu'elle existe afin de minimiser la boucle de masse et de bénéficier de l'effet réducteur des perturbations.

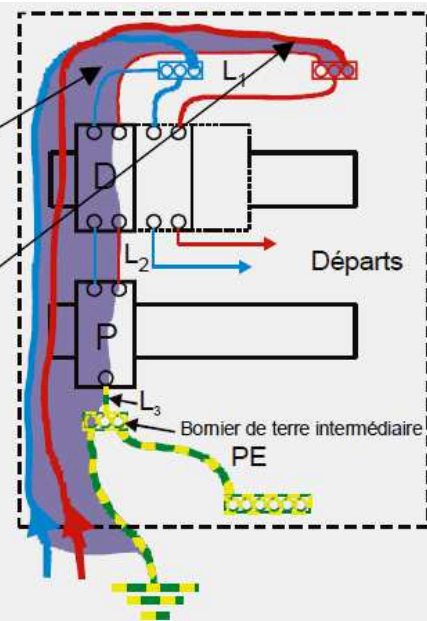


Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique

Rappel 3 : Les parafoudres sont équipés d'un contact. Cette fonction pourra autoriser le contrôle à distance de l'état du parafoudre via différents moyens tels que :

- Voyant,
- Buzzer,
- Reliés à une carte entrée sortie d'un automate (GTC...),
- Télésurveillance...

Les parafoudres devront être conformes à la NF EN 61643-11 et à la NF EN 61643-21.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 28/70

### 8.2.3.2 Parafoudres de type 1

Afin de respecter les conclusions de l'ARF, il sera nécessaire de protéger chaque TGBT des bâtiments 13, 14 et 15 par parafoudres de type 1.

Les parafoudres de type 1 respecteront les caractéristiques suivantes :

- Une tension maximum de fonctionnement de **Uc = 440 V**,
- Un courant maximal de décharge ( **$I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$** ) (en onde 10/350  $\mu\text{s}$ ),

*Nous prenons en compte les lignes entrantes et sortantes décrites dans l'ARF (2 lignes dont 1 électrique à minima triphasé et 1 ligne de courant faible) et le niveau de protection le plus sévère du site à savoir le III.*

*Soit n, le nombre de réseau à minima (1 ligne électrique et 1 ligne de courant faible)*

*Soit m, le nombre de conducteurs du réseau électrique (3 pôles à minima)*

*$I_{imp} = \text{courant de crête selon } N_p / (n \times m) = 50 / 6 = 8,33 \text{ kA}$ . La norme impose une valeur minimale  $I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$ .*

- Un niveau de protection (tension résiduelle sous  $I_{imp}$ )  **$U_p \leq 2,5 \text{ kV}$** .
- Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**.

(\*) Caractéristiques issues de la norme NF EN 61 643-11

La longueur de câblage de ces parafoudres ne doit pas excéder les 50 cm requis.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 29/70

Pour information, vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon la note Inéris du 17/12/14.

La tenue du Dispositif de Protection contre les Surintensités de l'installation (DPSI) en onde 10/350, n'est généralement pas connue du fabricant. Aussi le cas idéal de choix est le suivant :

Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document).

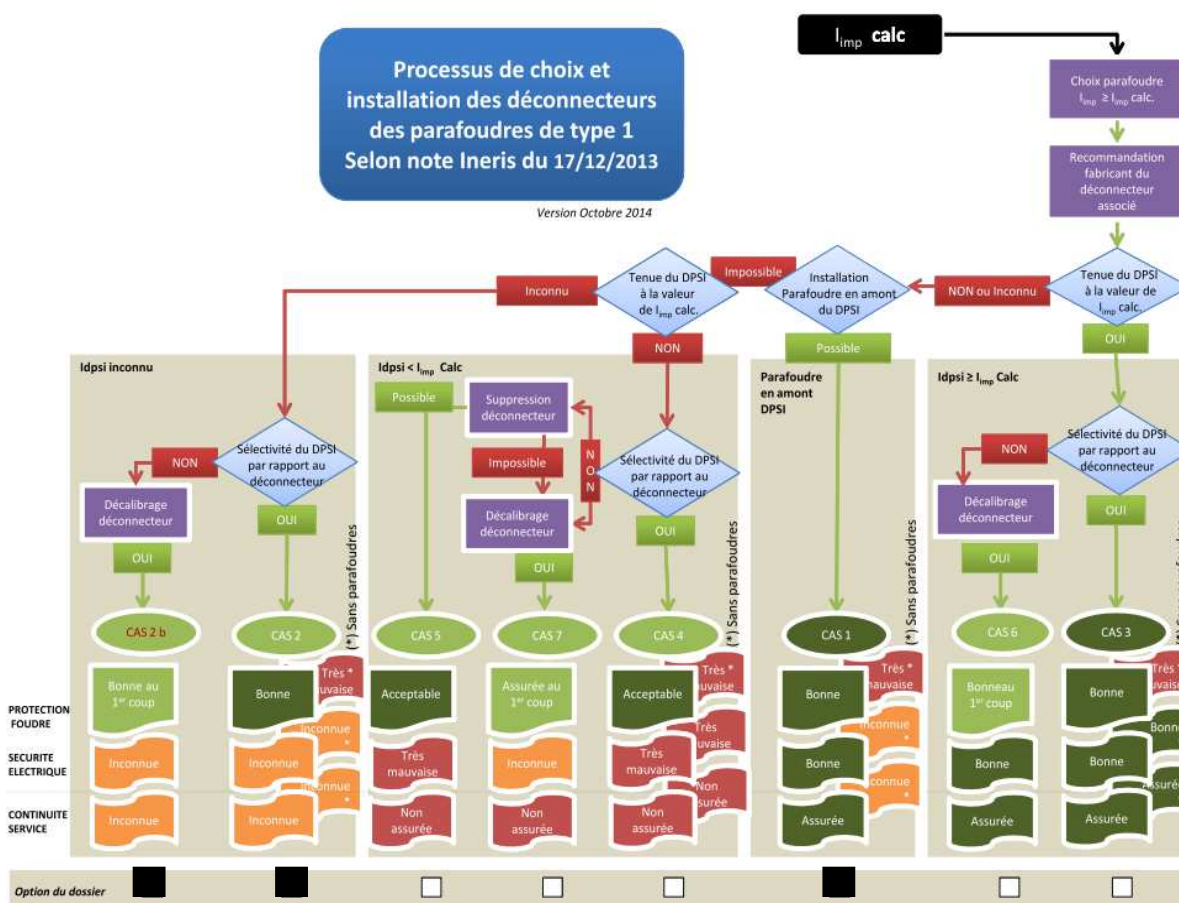
Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

Pour autant l'installation des parafoudres peut être difficile, contraignante à réaliser : obligation d'intervention sous tension ou coupure du poste d'alimentation...

Si le cas 1 ne s'avère pas réalisable, le cas 2 doit être envisagé, avec une inconnue qui subsiste sur le comportement du DPSI en cas de surtension vis-à-vis des critères de sécurité électrique et de continuité de service (étant donné sa présence en amont du parafoudre et son déconnecteur).

Cette inconnue existait déjà avant l'implantation de parafoudres dans l'installation électrique.

Cas 2 ou cas 2 b (Cf. document). Dans ce cas, la protection foudre est assurée, la sécurité électrique et la continuité de service sont inconnues.



Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Annexe 8)

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 30/70



### 8.3. Equipotentialité

Afin de maîtriser les différences de potentiel, il faut optimiser l'équipotentialité et le maillage des masses.

Différents moyens peuvent réduire l'amplitude des effets des champs magnétiques rayonnés (surtensions induites) :

- l'écran spatial : cage de Faraday, tôles métalliques(bardages)
- l'écran métallique en grille ou continu : blindage et écrans de câbles, chemins de câbles métallique.
- l'utilisation de « composants naturels » de la structure elle-même (cf. NF EN 62305-3).

Un cheminement des lignes internes conforme aux normes CEM quant à lui minimise les boucles d'induction et réduit les surtensions internes. (règles de séparations des circuits HT, BT, TBT)

Afin de se prémunir contre l'apparition d'étincelles dangereuses qui pourrait être à l'origine d'un départ de feu, suite à un impact de foudre, l'exploitant devra s'assurer que l'ensemble des canalisations métalliques entrantes dans chaque bâtiment sont au même potentiel que le réseau de terre électrique (notamment pour les canalisations de gaz et d'eau), ainsi que pour les gardes corps, les luminaires et les escaliers métalliques.


*Document joint => Equipotentialité (Annexe 6)*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 31/70

#### 8.4. Qualification des entreprises travaux

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.

Aussi, les travaux devront être effectués par un professionnel agréé  Niveau C

L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** de Niveau C à la remise de son offre.

#### 8.5. Observations

Nous nous sommes attachés dans ce rapport à mettre en évidence les meilleurs critères de protection.

Nous avons appliqué les méthodes de protection telles que le prévoit l'arrêté du 19.07.11 qui a été élaboré à partir des recherches les plus récentes en matière de foudre.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la foudre est un phénomène naturel non totalement maîtrisé par l'homme et qu'aucun dispositif ne saurait garantir une protection sans faille.

Les solutions telles que nous vous les avons proposées ci-dessus ont pour vocation d'augmenter l'immunité du site face aux problèmes de foudre, sans toutefois pouvoir se prévaloir d'une efficacité à 100 %.

Néanmoins, outre le besoin de mise en conformité avec les normes et les décrets actuels, on peut attendre des performances très satisfaisantes d'une installation réalisée selon les indications de ce rapport.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 32/70



## 9- VERIFICATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre

### 9.1. Vérification initiale

Tout d'abord, l'article 21 de l'arrêté foudre du 19 juillet 2011 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. »*

### 9.2. Vérifications périodiques

La circulaire du 24 avril 2008 stipule que l'installation de protection foudre doit être contrôlée par un organisme compétent :

- Visuellement tous les ans (hors mesures électriques),
- Complètement tous les 2 ans (avec mesures électriques).

D'autre part, quel que soit le système de protection contre les coups de foudre direct installé, une vérification visuelle doit être réalisée en cas d'enregistrement d'un coup de foudre.

L'article 21 de l'arrêté précise qu' :

*« En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée dans un délai maximum d'un mois, par un organisme compétent. »*

### **Norme NFC 17102**

La vérification initiale est effectuée après la fin des travaux d'installation du SPF à dispositif d'amorçage.

Son objectif est de s'assurer que la totalité de l'installation du SPF à dispositif d'amorçage est conforme au présent document, ainsi qu'au dossier d'exécution.

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 a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution ;
- le nombre de conducteurs de descente ;
- la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente ;
- la fixation des différents composants ;
- les distances de séparation et/ou liaisons équipotentielles ;
- la résistance des prises de terre ;
- l'équipotentialité de la prise de terre du SPF avec celle du bâtiment.

Dans tous les cas, lorsqu'un conducteur est partiellement ou totalement intégré, il convient que sa continuité électrique soit vérifiée.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 33/70

### 8.5 Vérification visuelle

Il convient de procéder à une inspection visuelle 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 équipotentielles est suffisant et leur état est correct ;
- l'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.7).

### 8.6 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 de la prise de terre (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.

NOTE Une mesure de terre à haute fréquence est possible lors de la réalisation du système de prise de terre ou en phase de la maintenance afin de vérifier la cohérence entre le système de prise de terre réalisé et le besoin.

### 8.7 Maintenance

Il est recommandé de corriger tous les défauts constatés dans le SPF à dispositif d'amorçage lors d'une vérification dès que possible afin de maintenir une efficacité optimale. Les consignes de maintenance des composants et des dispositifs de protection sont à appliquer conformément aux instructions des manuels du fabricant.

*Document joint => Carnet de Bord Qualifoudre (Annexe 7)*

*Document joint => Notice de vérification et maintenance (Annexe 8)*

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 34/70

## 10-LA PROTECTION DES PERSONNES

### 10.1. Prévention et enregistrement des impacts

#### 10.1.1. *La détection d'orage et l'enregistrement*

Le site n'est pas équipé de détecteurs d'orage ou de procédure particulière en période orageuse. La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTC C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.

De plus, les agressions sur le site doivent être enregistrées. Voici une liste des solutions envisageables :

- Le relevé régulier (par exemple tous les mois) des parafoudres.
- Le relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs d'impact sur les descentes PDA.
- Le détecteur d'orage donne aux exploitants des informations d'alertes de détection justifiées d'orages matures.

Il permet de :

- déclencher les alertes utiles d'orages proches et en approche des sites à protéger et constituant directement et indirectement un risque sérieux pour les personnes, les biens et l'environnement.
- éviter les alertes intempestives qui pourraient se déclencher sur des orages se déplaçant trop loin des sites à protéger pour constituer un risque.
- comptabiliser les alertes d'orages.

En moyenne, ces alertes permettent aux exploitants de disposer d'un temps de préavis sur les risques de foudroiements de l'ordre de 15 à 30 minutes.

- Un abonnement à Météorage utilise un système mesurant les variations du champ électrique terrestre. Cet abonnement permet d'être alerté en cas de risque orageux et de déclencher les consignes internes de prévention. Il peut permettre de suivre l'évolution des orages et prendre des dispositions visant à garantir la sécurité des personnes sur le site. Celui-ci va également permettre d'enregistrer les agressions de la foudre sur le site.
- Le moulin à champ est un instrument de mesure d'un champ électrique statique. En météorologie, cet instrument permet, grâce à l'analyse du champ électrostatique au-dessus de lui, de signaler la présence d'un nuage électriquement chargé traduisant l'imminence de la foudre.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 35/70

### 10.1.2. Les mesures de sécurité

Le danger est effectif lorsque l'orage est proche et, par conséquent, la sécurité des personnes en période d'orage doit être garantie.

Les personnels doivent être informés du risque consécutif soit à un foudroiement direct, soit à un foudroiement rapproché.

Par exemple :

- un homme sur une toiture représente un pôle d'attraction,
- lorsque le terrain est dégagé à environ 15 mètres du bâtiment ou d'un pylône d'éclairage par exemple, il y a risque de foudroiement direct ou risque de choc électrique par tension de pas.
- toute intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs) présente des risques importants de choc électrique par surtensions induites.
- toutes activités dangereuses (dépotage, remplissage, travaux extérieurs ...) doivent être interrompues.

Les formations, les procédures, les instructions lors des permis de feu ou de travail doivent par conséquent informer ou rappeler ce risque.

Actuellement aucune procédure spécifique d'alerte orageuse n'est en place sur le site. Il sera nécessaire d'en intégrer une aux procédures d'exploitation du site.

Elle stipulera qu'en période orageuse :

- Tous travaux en toiture des bâtiments est interdit,
- Ne pas se trouver à proximité des installations paratonnerres (PDA, descentes...),
- Pas d'intervention sur le réseau électrique,

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 36/70

## 10.2. Tension de contact et de pas

### 10.2.1. *Tension de contact*

Il s'agit du contact direct d'une personne avec un conducteur actif.

### 10.2.2. *Tension de pas*

La foudre est dangereuse non seulement parce qu'elle risque de tomber directement sur un individu ou une installation, mais aussi parce que, lorsqu'elle tombe au voisinage d'une personne celle-ci peut être électrisée par la tension de pas que la foudre engendre. La tension de pas existe aussi lorsqu'un conducteur sous tension est tombé à terre. Elle est liée au fait qu'une source de courant créée en un point d'impact est responsable d'un champ électrique au sol, donc d'une tension, qui varie en fonction de la distance à la source : entre deux points différents en contact avec le sol, séparés d'une distance appelée pas, existe donc une différence de potentiel, ou tension de pas, d'autant plus élevée que le pas est important. Lors d'un foudroiement la tension de pas peut atteindre plusieurs milliers de volts et donc être dangereuse pour le corps humain par suite du courant électrique dont il devient le siège.

**Un panneau « Danger ! Ne pas toucher la descente lors d'orages » et/ou un panneau « homme foudroyé par un arc » (cf. modèle ci-dessous) peuvent être utilisés comme moyens d'avertissement.**



Nous imposons la mise en place de ces dispositions pour la descente car la probabilité que des personnes se trouvent à proximité de celle-ci en période orageuse n'est pas nulle (proximité d'accès...).

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 37/70

## 11-ANNEXES

Annexe 1 => Plan de masse

Annexe 2 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Annexe 3 => Compte rendu Analyse de Risque (PROTEC)

Annexe 4 => Prises de terre paratonnerre

Annexe 5 => Distance de séparation

Annexe 6 => Equipotentialité

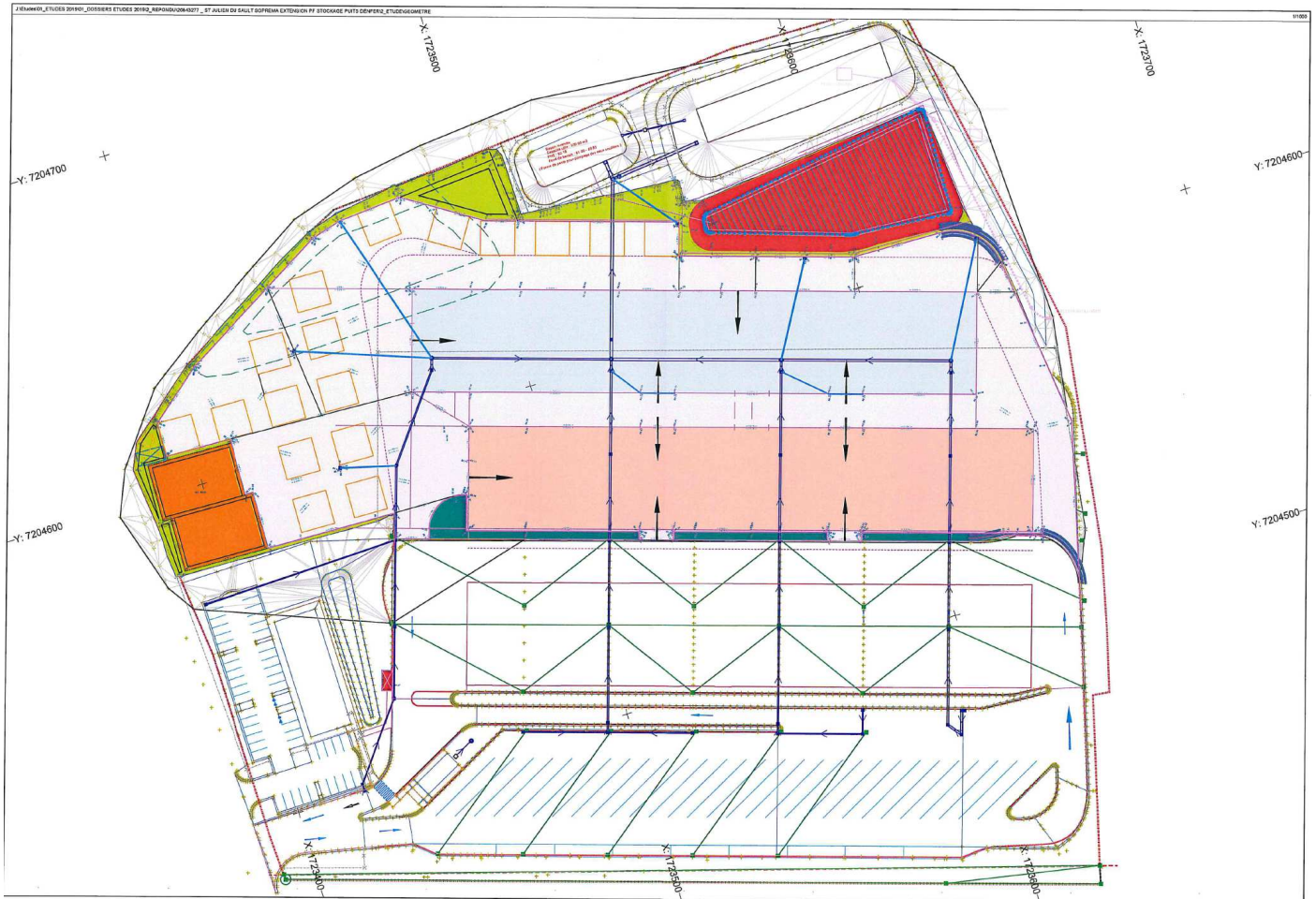
Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre

Annexe 8 => Notice de vérification et maintenance

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 38/70



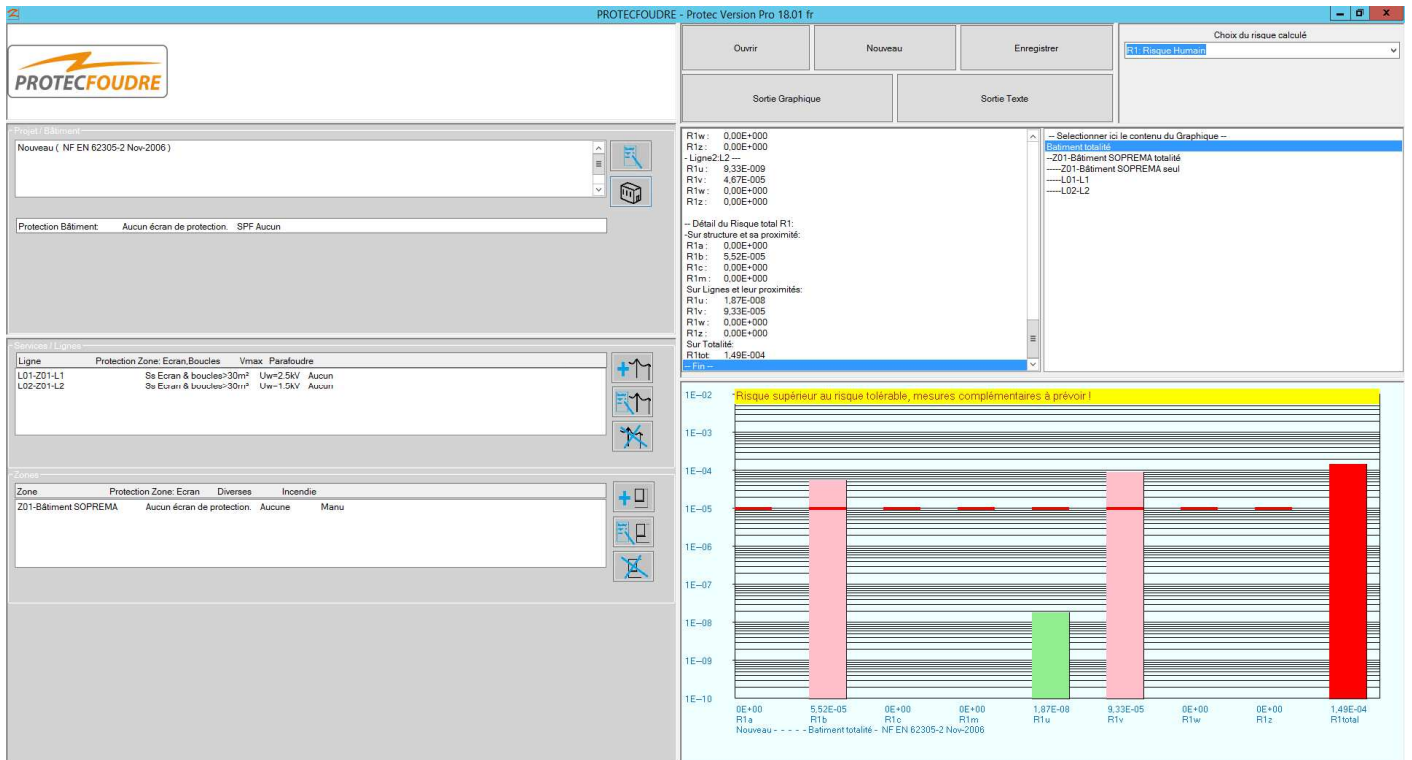
## 11.1. Annexe 1 : Plan de masse



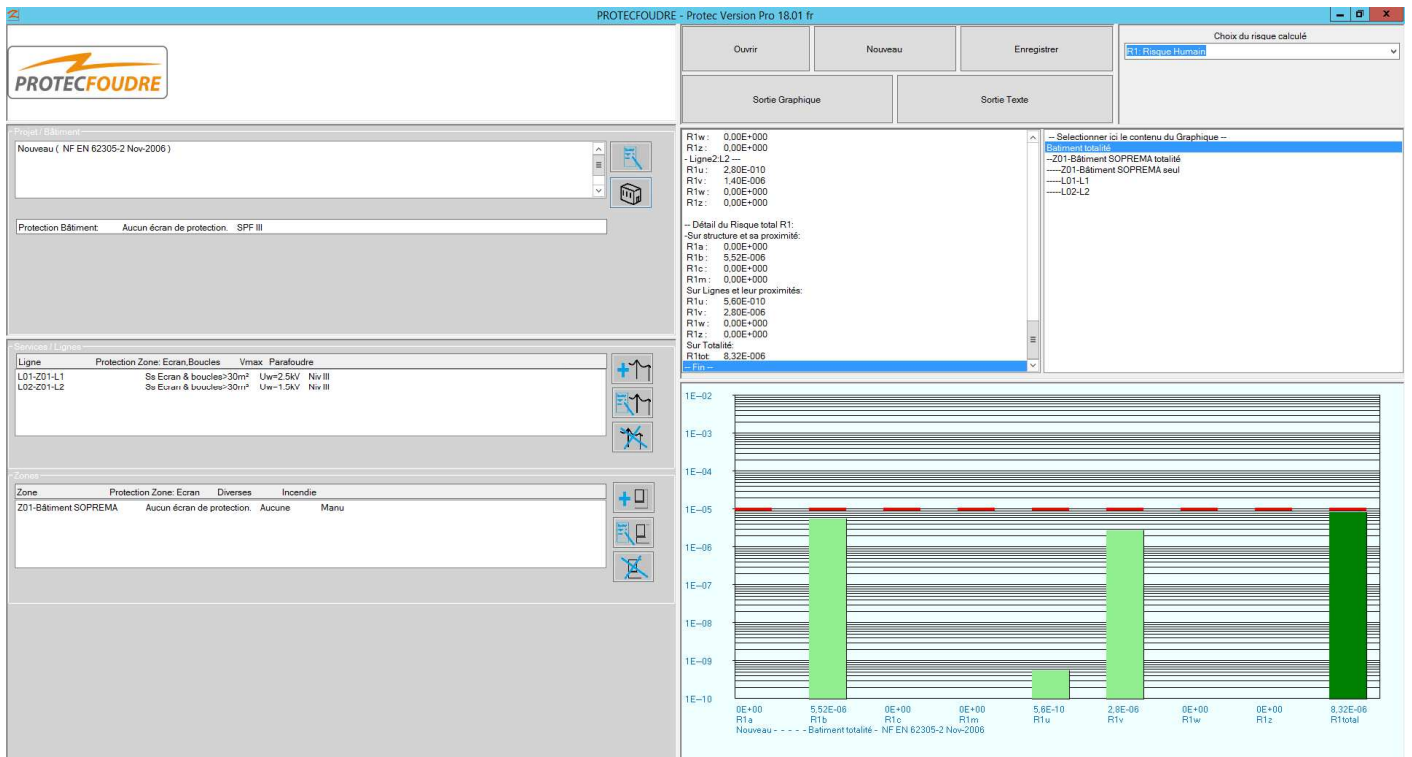
<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 39/70

## 11.2. Annexe 2 : Visualisation des risques R1 sans et avec protection

### Bâtiment 13



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau III

**TEC FOUDRE**  
**59 Villeneuve d'Ascq**  
 Protection contre la foudre  
 Tel : 04 72 54 00 12

Analyse Risque Foudre  
 Etude Technique  
**SOMPREMA**  
 St Julien Sur Sault (89)

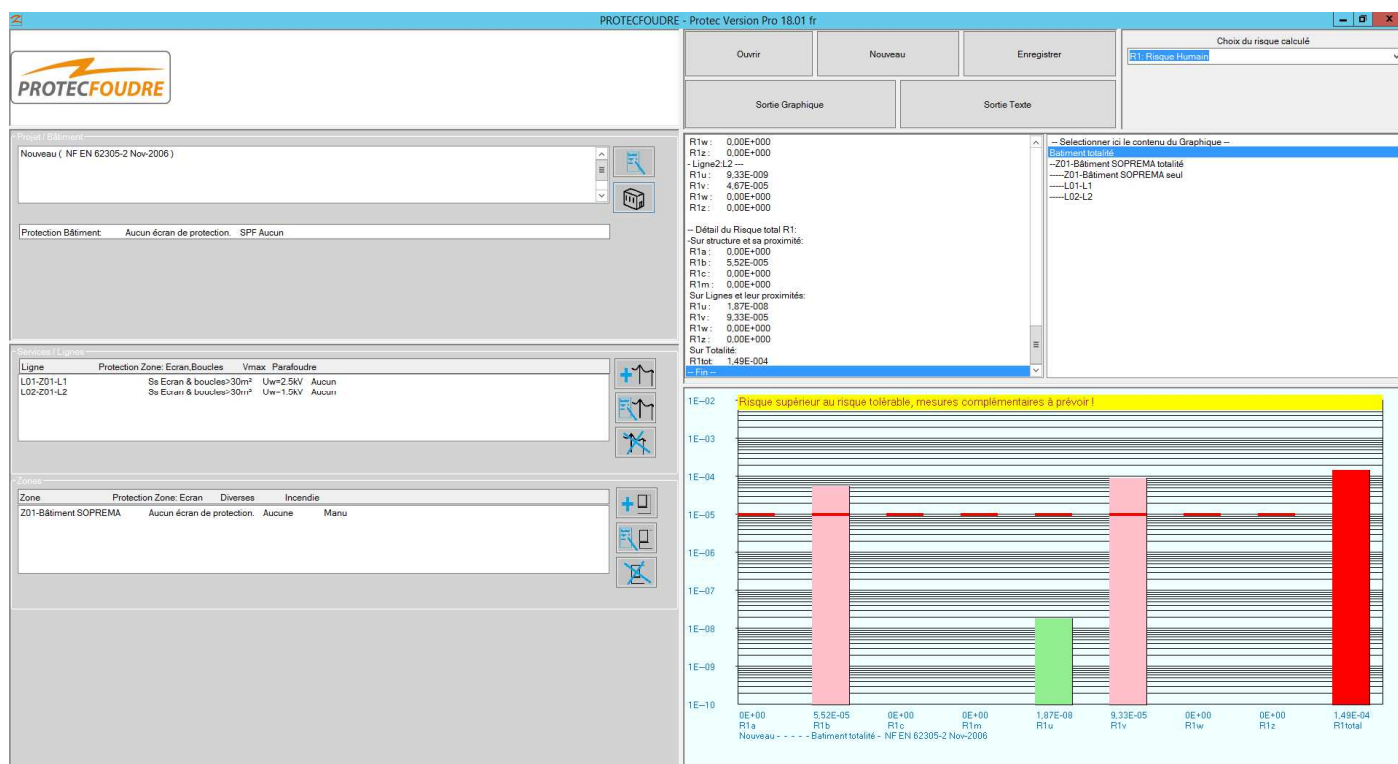
19.11.2019

Révision 1

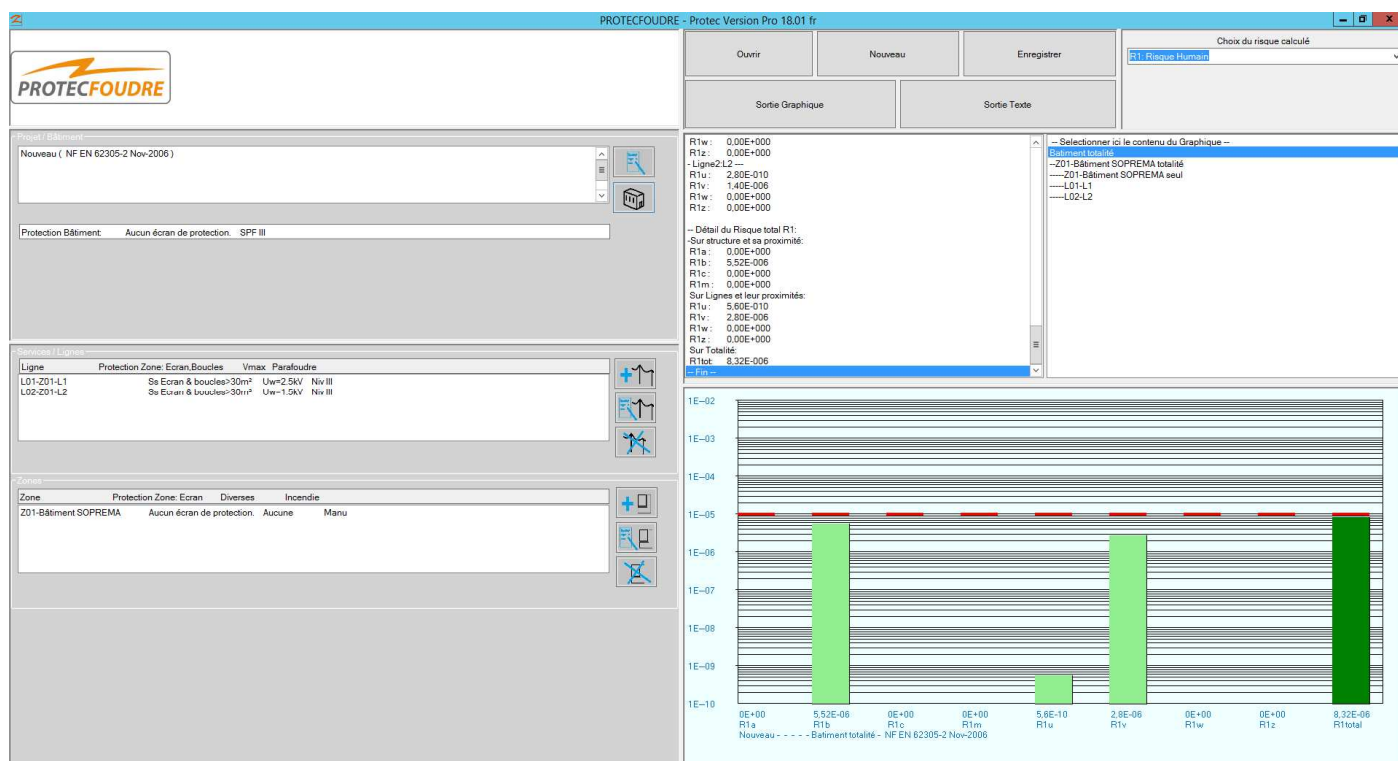
Page 40/70



## Bâtiment 14



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau III

**TEC Foudre**  
**59 Villeneuve d'Ascq**  
 Protection contre la foudre  
 Tel : 04 72 54 00 12

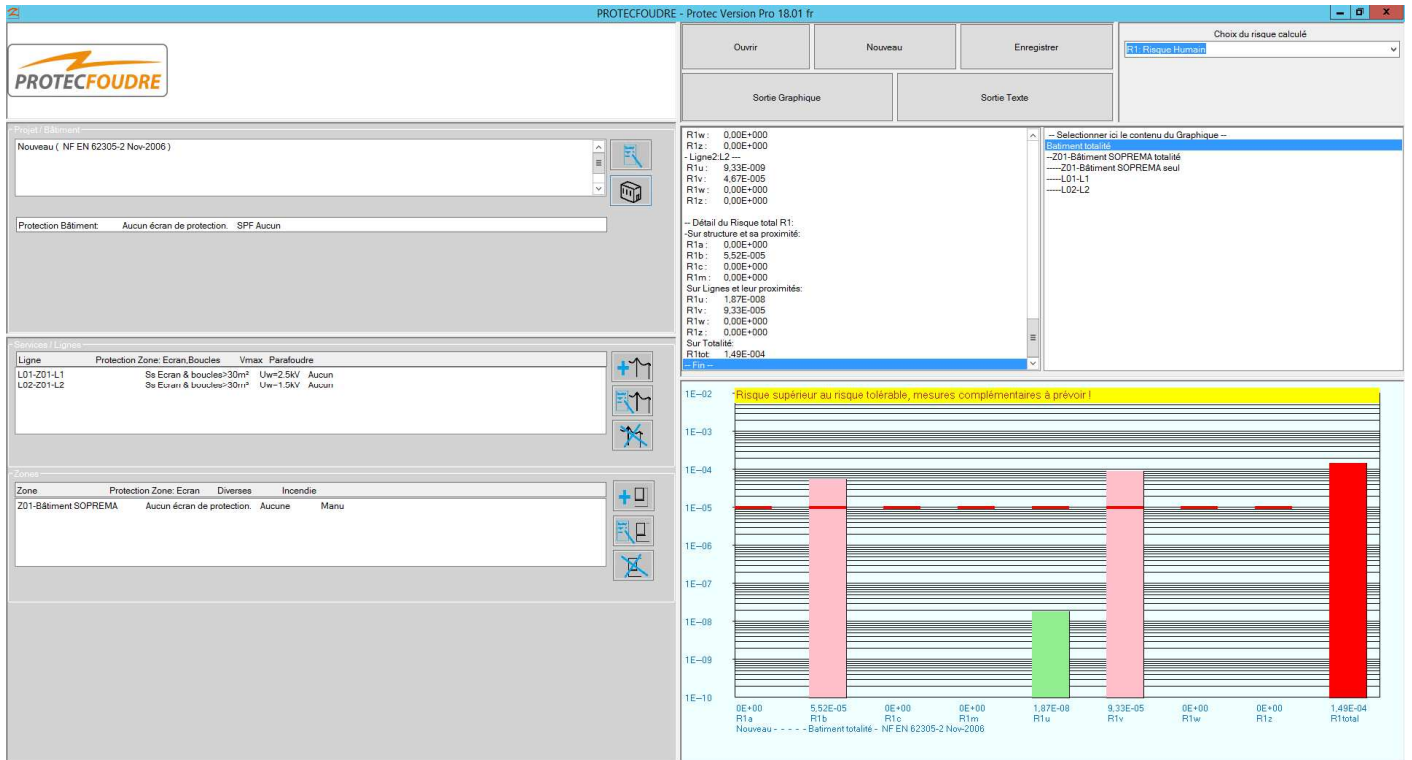
Analyse Risque Foudre  
 Etude Technique  
**SOMPREMA**  
 St Julien Sur Sault (89)

**19.11.2019**

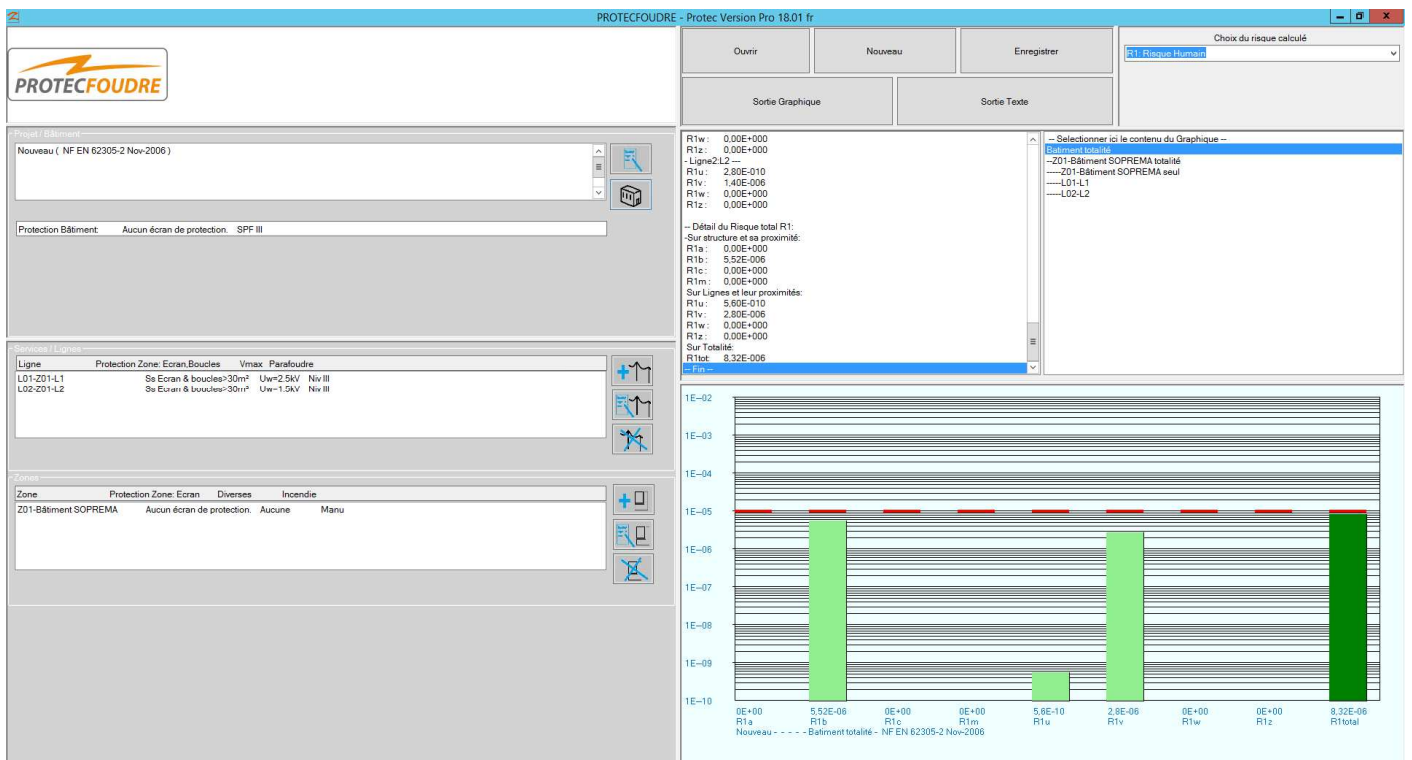
Révision 1

Page 41/70

# Bâtiment 15



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection de niveau III

### 11.3. Annexe 3 : Données de sortie Protec



## ÉVALUATION DES RISQUES

### **Bâtiment 13**

PROTECFOUDRE - Protec Version Pro 18.01 frNouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

Associations Zones-Lignes:

Batiment totalité

--Z01-Bâtiment SOPREMA totalité

-----Z01-Bâtiment SOPREMA seul

-----L01-L1

-----L02-L2

--- Liste des Mesures de protections: ---

Bâtiment entier:

Protection Bâtiment:           Aucun écran de protection.   SPF III

Lignes:

Ligne                           Protection Zone: Ecran,Boucles           Vmax   Parafoudre

L01-Z01-L1                           Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=2.5kV   Niv III

L02-Z01-L2                           Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=1.5kV   Niv III

Zones:

Zone                           Protection Zone: Ecran           Diverses           Incendie

Z01-Bâtiment SOPREMA           Aucun écran de protection.   Aucune           Manu

Paramètres-Calculs-Résultats:

Nouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

- Caractéristiques & Coeffs Batiment -

Ng: 01,70 Dept:89-Yonne

L=165, l=30, H=6, Hmax=0

Cdb: 5,00E-001

Nbr de personnes: Calcul par défaut

Adb: 1,30E+004

Amb: 2,99E+005

Ndb: 1,10E-002

Nmb: 4,97E-001

Ks1: 1,00E+000

Pb : 1,00E-001

NPF: III

- Caractéristiques & Coeffs Ligne1:L1 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500

<b>TEC FOU DRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 43/70

Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.  
 Ctl: 1,00 - Service uniquement  
 Cel: 1,00 - Rural  
 Pas de structure Adjacente.  
 Ada: 0,00E+000  
 Al : 2,20E+004  
 Ai : 5,59E+005  
 Nda: 0,00E+000  
 NI : 9,33E-003  
 Ni : 9,50E-001  
 Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques & Coeffs Ligne2:L2 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500  
 Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.  
 Ctl: 1,00 - Service uniquement  
 Cel: 1,00 - Rural  
 Pas de structure Adjacente.  
 Ada: 0,00E+000  
 Al : 2,20E+004  
 Ai : 5,59E+005  
 Nda: 0,00E+000  
 NI : 9,33E-003  
 Ni : 9,50E-001  
 Blindage relié équipotentielle:  $5 < R_s(\text{©}/\text{km}) \leq 20$

- Caractéristiques et Coeffs Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

Nb Personnes: Calcul par défaut  
 Type de zone: Industriel et commercial.  
 Danger particulier: Faible niveau panique (<2 étages et <100 personnes).  
 Héritage Culturel: Aucune perte d'héritage culturel.  
 Risque Service Public: Aucun  
 Risque Incendie: Elevé  
 Type de Sol: Agricole, béton (Rc d 1k©)  
 Hz : 2,00E+000  
 Ks2: 1,00E+000  
 rf : 1,00E-001  
 rp : 5,00E-001  
 rt,ra,ru : 1,00E-002  
 hc : 0,00E+000  
 Lt1: 1,00E-004  
 Lf1: 5,00E-002  
 Lo1:0,00E+000  
 pta: 1,00E+000  
 Pa : 1,00E+000  
 Pb : 1,00E-001  
 - Zone1 Ligne1:L1 ---  
 Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 6,00E-001  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 4,00E-001  
 Uw : 2,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 44/70

Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002  
 Pw : 3,00E-002  
 Pz : 3,00E-002  
 - Zone1 Ligne2:L2 ---  
 Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 1,00E+000  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 1,50E-001  
 Uw : 1,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002  
 Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002  
 Pw : 3,00E-002  
 Pz : 3,00E-002  
 - Cumul Pc et Pm pour Zone1:Bâtiment SOPREMA ---  
 Pc : 5,91E-002  
 Pm : 5,91E-002  
 Détail du Risque par zone

- Risque Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

- Zone:Bâtiment SOPREMA ---

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

- Ligne1:L1 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

- Ligne2:L2 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

-- Détail du Risque total R1:

-Sur structure et sa proximité:

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

Sur Lignes et leur proximités:

R1u : 5,60E-010

R1v : 2,80E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

Sur Totalité:

R1tot: 8,32E-006

-- Fin --

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 45/70

## **Bâtiment 14**

PROTECFONDRE - Protec Version Pro 18.01 frNouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

Associations Zones-Lignes:

Batiment totalité

--Z01-Bâtiment SOPREMA totalité

----Z01-Bâtiment SOPREMA seul

----L01-L1

----L02-L2

--- Liste des Mesures de protections: ---

Bâtiment entier:

Protection Bâtiment:           Aucun écran de protection.   SPF III

Lignes:

Ligne                           Protection Zone: Ecran,Boucles           Vmax   Parafoudre

L01-Z01-L1                           Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=2.5kV   Niv III

L02-Z01-L2                           Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=1.5kV   Niv III

Zones:

Zone                           Protection Zone: Ecran           Diverses           Incendie

Z01-Bâtiment SOPREMA           Aucun écran de protection.   Aucune           Manu

Paramètres-Calculs-Résultats:

Nouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

- Caractéristiques & Coeffs Batiment -

Ng: 01,70 Dept:89-Yonne

L=165, l=30, H=6, Hmax=0

Cdb: 5,00E-001

Nbr de personnes: Calcul par défaut

Adb: 1,30E+004

Amb: 2,99E+005

Ndb: 1,10E-002

Nmb: 4,97E-001

Ks1: 1,00E+000

Pb : 1,00E-001

NPF: III

- Caractéristiques & Coeffs Ligne1:L1 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500

Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.

Ctl: 1,00 - Service uniquement

Cel: 1,00 - Rural

Pas de structure Adjacente.

Ada: 0,00E+000

Al : 2,20E+004

Ai : 5,59E+005

Nda: 0,00E+000

NI : 9,33E-003

Ni : 9,50E-001

Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques & Coeffs Ligne2:L2 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500

<b>TEC FONDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 46/70



Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.  
 Ctl: 1,00 - Service uniquement  
 Cel: 1,00 - Rural  
 Pas de structure Adjacente.  
 Ada: 0,00E+000  
 Al : 2,20E+004  
 Ai : 5,59E+005  
 Nda: 0,00E+000  
 NI : 9,33E-003  
 Ni : 9,50E-001  
 Blindage relié équipotentielle:  $5 < R_s(\text{©/km}) \leq 20$

- Caractéristiques et Coeffs Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

Nb Personnes: Calcul par défaut  
 Type de zone: Industriel et commercial.  
 Danger particulier: Faible niveau panique (<2 étages et <100 personnes).  
 Héritage Culturel: Aucune perte d'héritage culturel.  
 Risque Service Public: Aucun  
 Risque Incendie: Elevé  
 Type de Sol: Agricole, béton (Rc d 1k©)  
 Hz : 2,00E+000  
 Ks2: 1,00E+000  
 rf : 1,00E-001  
 rp : 5,00E-001  
 rt,ra,ru : 1,00E-002  
 hc : 0,00E+000  
 Lt1: 1,00E-004  
 Lf1: 5,00E-002  
 Lo1:0,00E+000  
 pta: 1,00E+000  
 Pa : 1,00E+000  
 Pb : 1,00E-001

- Zone1 Ligne1:L1 ---

Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 6,00E-001  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 4,00E-001  
 Uw : 2,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002  
 Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002  
 Pw : 3,00E-002  
 Pz : 3,00E-002

- Zone1 Ligne2:L2 ---

Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 1,00E+000  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 1,50E-001  
 Uw : 1,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002  
 Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 47/70

Pw : 3,00E-002

Pz : 3,00E-002

- Cumul Pc et Pm pour Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

Pc : 5,91E-002

Pm : 5,91E-002

Détail du Risque par zone

- Risque Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

- Zone:Bâtiment SOPREMA ---

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

- Ligne1:L1 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

- Ligne2:L2 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

-- Détail du Risque total R1:

-Sur structure et sa proximité:

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

Sur Lignes et leur proximités:

R1u : 5,60E-010

R1v : 2,80E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

Sur Totalité:

R1tot: 8,32E-006

-- Fin --

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 48/70

## **Bâtiment 15**

PROTECFOUDRE - Protec Version Pro 18.01 frNouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

Associations Zones-Lignes:

Batiment totalité

--Z01-Bâtiment SOPREMA totalité

----Z01-Bâtiment SOPREMA seul

----L01-L1

----L02-L2

--- Liste des Mesures de protections: ---

Bâtiment entier:

Protection Bâtiment:           Aucun écran de protection.   SPF III

Lignes:

Ligne                            Protection Zone: Ecran,Boucles           Vmax   Parafoudre

L01-Z01-L1                        Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=2.5kV   Niv III

L02-Z01-L2                        Ss Ecran & boucles>30m<sup>2</sup>   Uw=1.5kV   Niv III

Zones:

Zone                            Protection Zone: Ecran           Diverses           Incendie

Z01-Bâtiment SOPREMA           Aucun écran de protection.   Aucune           Manu

Paramètres-Calculs-Résultats:

Nouveau ( NF EN 62305-2 Nov-2006 )

- Caractéristiques & Coeffs Batiment -

Ng: 01,70 Dept:89-Yonne

L=165, l=30, H=6, Hmax=0

Cdb: 5,00E-001

Nbr de personnes: Calcul par défaut

Adb: 1,30E+004

Amb: 2,99E+005

Ndb: 1,10E-002

Nmb: 4,97E-001

Ks1: 1,00E+000

Pb : 1,00E-001

NPF: III

- Caractéristiques & Coeffs Ligne1:L1 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500

Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.

Ctl: 1,00 - Service uniquement

Cel: 1,00 - Rural

Pas de structure Adjacente.

Ada: 0,00E+000

Al : 2,20E+004

Ai : 5,59E+005

Nda: 0,00E+000

NI : 9,33E-003

Ni : 9,50E-001

Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques & Coeffs Ligne2:L2 ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 49/70

Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.  
 Ctl: 1,00 - Service uniquement  
 Cel: 1,00 - Rural  
 Pas de structure Adjacente.  
 Ada: 0,00E+000  
 Al : 2,20E+004  
 Ai : 5,59E+005  
 Nda: 0,00E+000  
 NI : 9,33E-003  
 Ni : 9,50E-001  
 Blindage relié équipotentielle:  $5 < R_s(\text{©/km}) \leq 20$

- Caractéristiques et Coeffs Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

Nb Personnes: Calcul par défaut  
 Type de zone: Industriel et commercial.  
 Danger particulier: Faible niveau panique (<2 étages et <100 personnes).  
 Héritage Culturel: Aucune perte d'héritage culturel.  
 Risque Service Public: Aucun  
 Risque Incendie: Elevé  
 Type de Sol: Agricole, béton (Rc d 1k©)  
 Hz : 2,00E+000  
 Ks2: 1,00E+000  
 rf : 1,00E-001  
 rp : 5,00E-001  
 rt,ra,ru : 1,00E-002  
 hc : 0,00E+000  
 Lt1: 1,00E-004  
 Lf1: 5,00E-002  
 Lo1:0,00E+000  
 pta: 1,00E+000  
 Pa : 1,00E+000  
 Pb : 1,00E-001

- Zone1 Ligne1:L1 ---

Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 6,00E-001  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 4,00E-001  
 Uw : 2,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002  
 Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002  
 Pw : 3,00E-002  
 Pz : 3,00E-002

- Zone1 Ligne2:L2 ---

Ks3: 1,00E+000  
 Ks4: 1,00E+000  
 Pld: 1,00E+000  
 Pli: 1,50E-001  
 Uw : 1,50E+000  
 spd-Pc: 3,00E-002  
 pms-Pm: 3,00E-002  
 Pu : 3,00E-002  
 Pv : 3,00E-002

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 50/70

Pw : 3,00E-002

Pz : 3,00E-002

- Cumul Pc et Pm pour Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

Pc : 5,91E-002

Pm : 5,91E-002

Détail du Risque par zone

- Risque Zone1:Bâtiment SOPREMA ---

- Zone:Bâtiment SOPREMA ---

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

- Ligne1:L1 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

- Ligne2:L2 ---

R1u : 2,80E-010

R1v : 1,40E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

-- Détail du Risque total R1:

-Sur structure et sa proximité:

R1a : 0,00E+000

R1b : 5,52E-006

R1c : 0,00E+000

R1m : 0,00E+000

Sur Lignes et leur proximités:

R1u : 5,60E-010

R1v : 2,80E-006

R1w : 0,00E+000

R1z : 0,00E+000

Sur Totalité:

R1tot: 8,32E-006

-- Fin --

**TEC Foudre**  
**59 Villeneuve d'Ascq**

Protection contre la foudre  
Tel : 04 72 54 00 12

Analyse Risque Foudre  
Etude Technique

**SOPREMA**  
**St Julien Sur Sault (89)**

**19.11.2019**

Révision 1

Page 51/70

## 6 Prises de terre

### 6.1 Généralités

Il convient d'interconnecter tous les systèmes de mise à la terre pour une même structure.

Une prise de terre est réalisée pour chaque conducteur de descente sur la base d'au moins deux électrodes par prise de terre.

En raison de la nature impulsionnelle du courant de foudre et afin d'améliorer l'appel de courant vers la terre, limitant ainsi le risque de surtensions dangereuses à l'intérieur du volume protégé, il est important de prendre en compte la forme et les dimensions de la prise de terre ainsi que la valeur de sa résistance.

Une certaine zone de contact avec le sol doit être assurée afin de faciliter la dispersion du courant de foudre sur une période brève.

Les prises de terre doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (inférieure à 10  $\Omega$ ). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur ;
- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

L'utilisation d'une prise de terre unique verticale profonde atteignant une couche de sol humide n'est donc pas avantageuse à moins que la résistivité de surface ne soit particulièrement élevée et qu'il existe une couche à conductivité élevée bien en dessous.

Cependant, il convient de noter que ce type de prises de terre forées présente une impédance élevée lorsque la profondeur dépasse 20 m. Donc, il convient d'utiliser un grand nombre de conducteurs horizontaux ou de tiges verticales, toujours parfaitement interconnectés d'un point de vue électrique.

Sauf impossibilité réelle, il convient que les prises de terre soient toujours dirigées vers l'extérieur des bâtiments.

NOTE Pour éviter toute tension de pas, il convient de se reporter à l'Annexe D.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 52/70



## 6.2 Types de prises de terre

Les dimensions de la prise de terre dépendent de la résistivité du sol dans lequel les prises de terre sont installées. La résistivité peut varier très fortement, en fonction du matériau du sol (argile, sable, rocher, etc.).

La résistivité peut être évaluée à partir du Tableau 6 ou mesurée à l'aide d'une méthode adaptée avec un instrument de mesure de terre.

Pour chaque conducteur de descente, les prises de terre peuvent comprendre :

**Type A** : prise de terre spécifique, divisée en A1 et A2 :

- A1 - les conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium, disposés sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrés à une profondeur minimum de 50 cm.

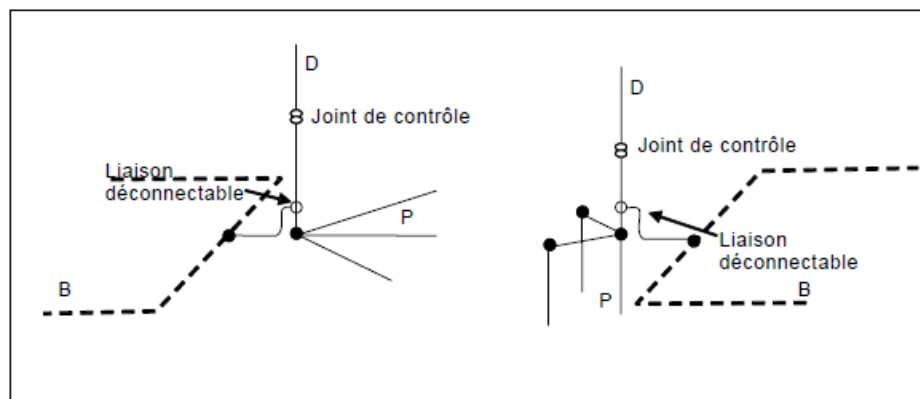
Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

- A2 - ensemble composé de plusieurs électrodes verticales de longueur totale minimum de 6 m à une profondeur minimum de 50 cm :
  - disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;
  - interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.

NOTE La disposition en triangle est recommandée.

**Type B** : électrode de terre en boucle

Cette disposition comprend soit une boucle extérieure à la structure en contact avec le sol sur une longueur d'au moins 80 % de la boucle, soit une prise de terre à fond de fouille, à condition qu'elle soit constituée d'un conducteur de 50 mm<sup>2</sup>. De plus, il convient que chaque conducteur de descente soit au moins connecté à une électrode horizontale de longueur 4 m minimum ou à une électrode verticale de longueur 2 m minimum.



D : conducteurs de descente  
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment  
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Figure 6 – Schéma des types de mise à la terre A1 et A2

<b>TEC Foudre</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 53/70

### 6.3 Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10  $\Omega$  à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 50164-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à 10  $\Omega$ , il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- 100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée  $L_1$ ) et d'électrodes verticales (longueur cumulée  $L_2$ ) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ m (respectivement } 100 \text{ m)} \leq L_1 + 2xL_2 \quad (4)$$

Pour une prise de terre de Type B, lorsqu'une valeur de 10 ohms ne peut être obtenue, il convient que la longueur cumulée des n électrodes supplémentaires soit de :

- 160 m pour le niveau de protection I (respectivement 100 m pour les autres niveaux de protection) pour une électrode horizontale ;
- 80 m pour le niveau de protection I (respectivement 50 m pour les autres niveaux de protection) pour les électrodes verticales ;
- ou une combinaison telle qu'expliquée ci-avant pour une prise de terre de Type A.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 54/70

## 11.5. Annexe 5 : Distance de séparation

### NFC 17102

#### 5.6 Distance de séparation

L'isolation électrique entre le dispositif de capture ou les conducteurs de descente et les parties métalliques de la structure, les installations métalliques et les systèmes intérieurs peut être réalisée par une distance de séparation «  $s$  » entre les parties. L'équation générale pour le calcul de «  $s$  » est la suivante :

$$s = k_i \frac{k_c \cdot l}{k_m} \quad (\text{m}) \quad (3)$$

où :

- $k_i$  dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;
- $k_m$  dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;
- $k_c$  dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;
- $l$  est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

NOTE La longueur  $l$  le long du dispositif de capture peut être ignorée pour les structures à toiture métallique continue agissant comme dispositif de capture naturel.

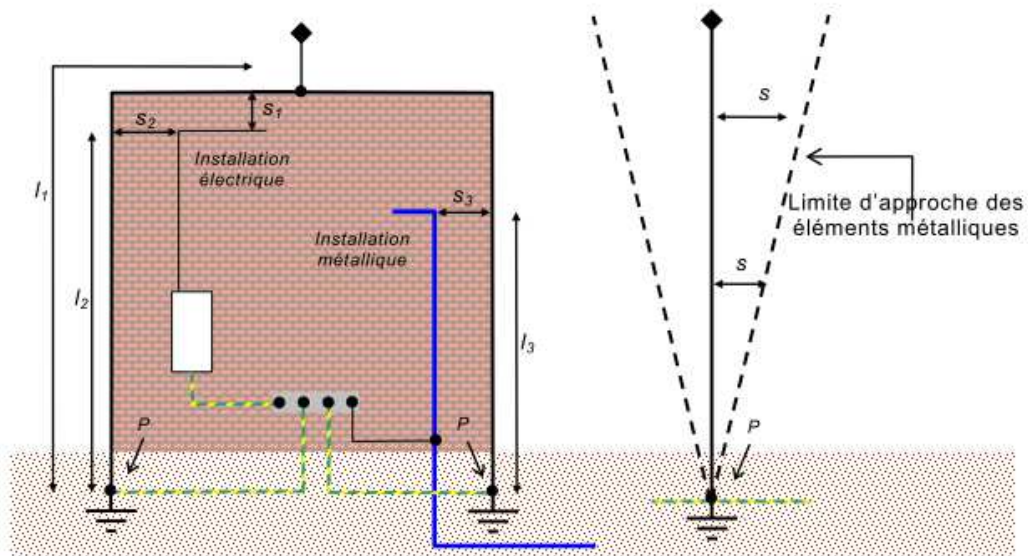


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

Tableau 3 – Valeurs du coefficient  $k_i$

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

**Tableau 4 – Valeurs du coefficient  $k_m$**

Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, briques	0,5
NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de $k_m$ .	
NOTE 2 Si d'autres matériaux isolants sont utilisés, il convient que le fabricant fournisse des conseils en matière de construction et la valeur de $k_m$ .	

Dans des structures en béton armé avec armatures métalliques interconnectées, une distance de séparation n'est pas requise.

**Tableau 5 – Valeurs du coefficient  $k_c$**

Nombre de conducteurs de descente $n$	$k_c$	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B
1	1	1
2	0,75 c)	1... 0,5 a)
3	0,60 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
4 et plus	0,41 b,c)	1 ... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
a) Voir l'Annexe E b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et $k_c$ est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées. c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$ .		
NOTE D'autres valeurs de $k_c$ peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.		

**Tableau 10 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs du coefficient  $k_1$**

Classe de SPF	$k_1$
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

**Tableau 11 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs du coefficient  $k_m$**

Matériau	$k_m$
Air	1
Béton, briques, bois	0,5

NOTE 1 Lorsqu'il existe plusieurs matériaux isolants en série, l'application de la valeur inférieure de  $k_m$  constitue une bonne pratique.

NOTE 2 Pour l'utilisation d'autres matériaux isolants, il convient que le fabricant fournisse des recommandations de construction et la valeur de  $k_m$ .

**Tableau 12 – Isolation d'un SPF extérieur – Valeurs approchées du coefficient**

Nombre de conducteurs de descente $n$	$k_c$
1 (uniquement dans le cas d'un SPF isolé)	1
2	0,66
3 et au-delà	0,44

NOTE Les valeurs du Tableau 12 s'appliquent à toutes les dispositions de prises de terre de type B et toutes les dispositions de prises de terre de type A, à condition que la résistance de terre des électrodes de terre voisines ne diffère pas de plus d'un facteur de 2. Si les résistances de terre des électrodes simples diffèrent de plus d'un facteur de 2, une valeur  $k_c = 1$  est supposée.



## 11.6. Annexe 6 : Equipotentialité

### 6.2 Liaison équipotentielle de foudre

#### 6.2.1 Généralités

L'équipotentialité est réalisée par l'interconnexion du SPF avec

- des installations métalliques;
- des réseaux internes;
- les parties conductrices extérieures et les lignes connectées à la structure.

Lorsqu'une liaison équipotentielle de foudre est réalisée pour des réseaux internes, une partie du courant de foudre peut s'écouler à l'intérieur de ces réseaux et cet aspect doit être pris en compte.

Les moyens d'interconnexion peuvent être

- les conducteurs d'équipotentialité, lorsque la continuité électrique n'est pas assurée par liaison naturelle,
- les parafoudres, lorsque des connexions directes avec des conducteurs d'équipotentialité ne sont pas réalisables,
- les éclateurs d'isolement, lorsque des connexions directes avec les conducteurs d'équipotentialité ne sont pas admises.

La façon dont la liaison équipotentielle de foudre est réalisée est importante et doit être concertée avec l'opérateur du réseau de télécommunication, le distributeur du réseau de puissance et de canalisations de gaz, ainsi que d'autres opérateurs ou autorités concernés, du fait d'éventuelles exigences conflictuelles.

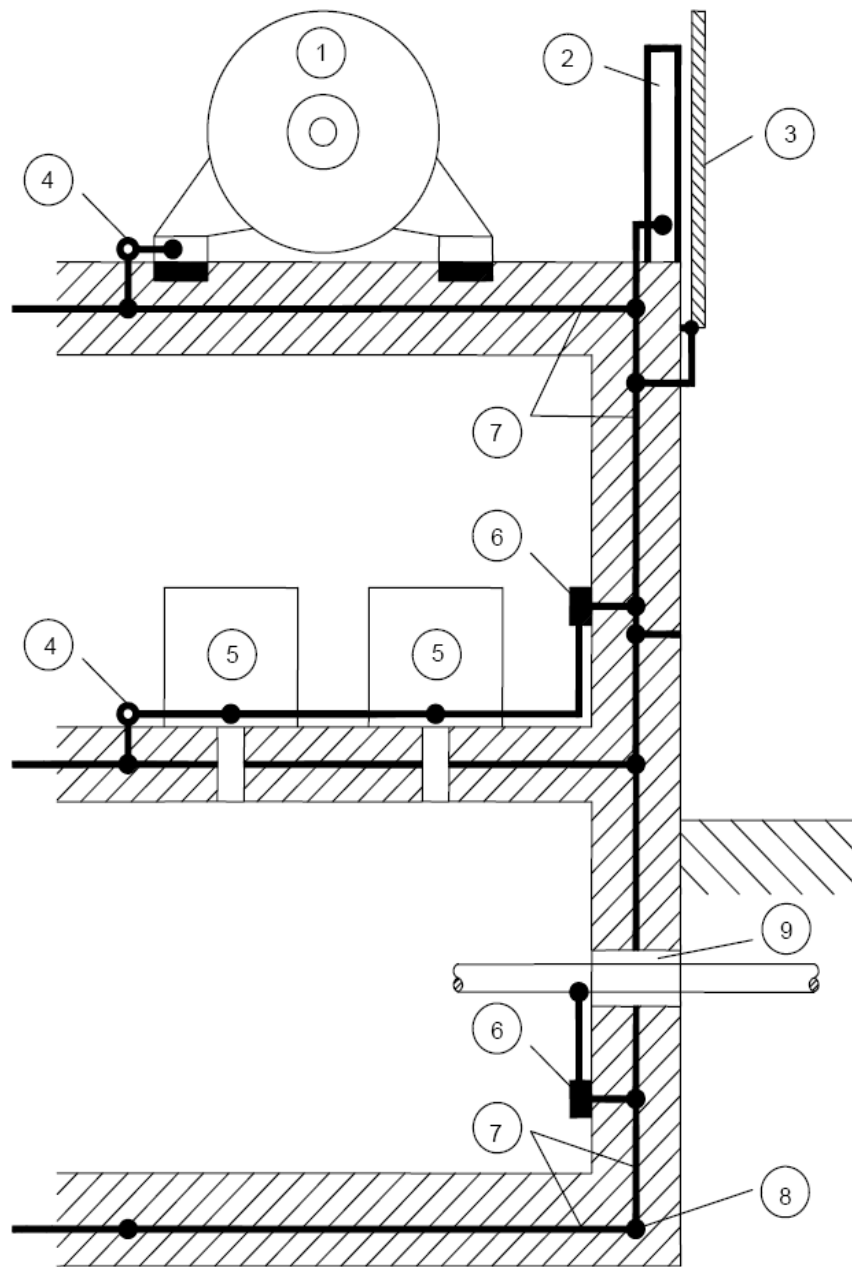
Les parafoudres doivent être installés de manière à pouvoir être inspectés.

NOTE 1 Lorsqu'un système de protection contre la foudre est installé, des armatures métalliques extérieures à la structure à protéger peuvent être affectées. Il convient d'en tenir compte dans la conception de ces systèmes. Une liaison équipotentielle de foudre pour les armatures métalliques extérieures peut également se révéler nécessaire.

NOTE 2 Il convient d'intégrer la liaison équipotentielle de foudre et de la coordonner avec toute autre liaison équipotentielle dans la structure.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 58/70





IEC 2110/05

### Légende

1 Matériel électrique de puissance	6 Barre d'équipotentialité
2 Poutre métallique	7 Armature acier dans le béton (avec maillage superposé)
3 Revêtement métallique de façade	8 Boucle à fond de fouille
4 Borne d'équipotentialité	9 Point de pénétration commun des divers services
5 Matériel électrique ou électronique	

**TEC Foudre**  
**59 Villeneuve d'Ascq**  
 Protection contre la foudre  
 Tel : 04 72 54 00 12

Analyse Risque Foudre  
 Etude Technique

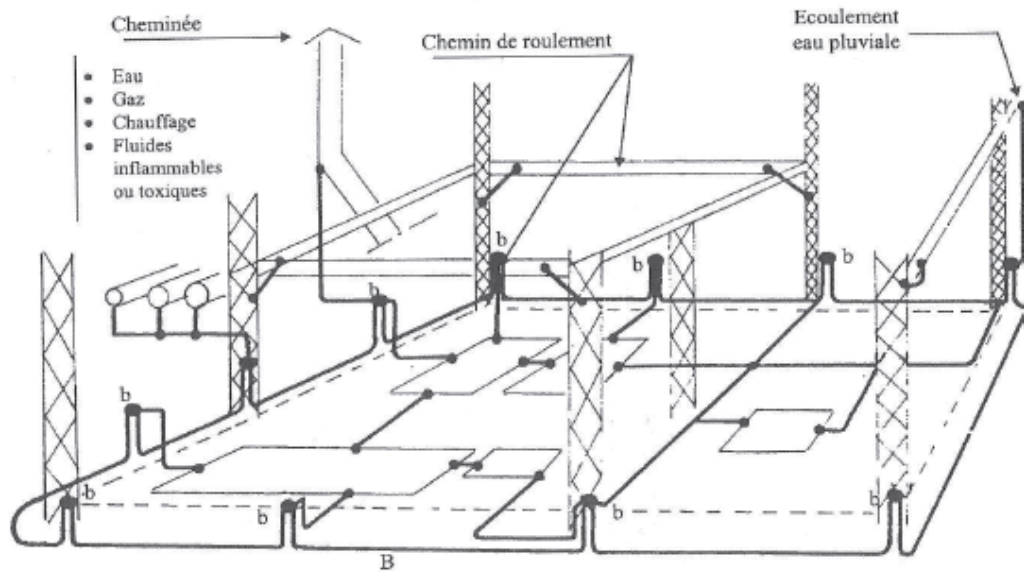
**SOMPREMA**  
**St Julien Sur Sault (89)**

**19.11.2019**

Révision 1

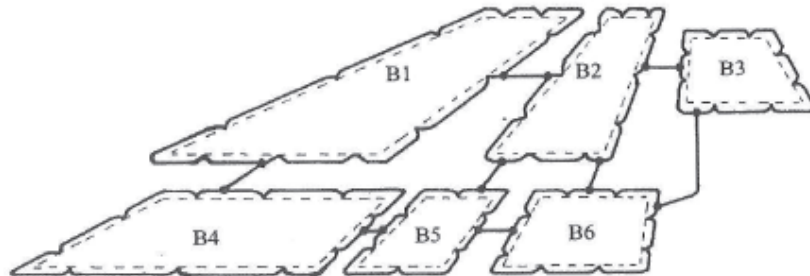
Page 59/70

Fig. 5.1 – Exemple de réseau équipotentiel (plan de masse)

**LEGENDE :**

- b** : Borne ou barrette.  
**B** : Boucle de terre en tranchée.

Fig. 5.2 – Constitution d'un réseau maillé à partir de boucles élémentaires



# 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 la trace de 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 sortir de l'Etablissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

<b>TEC FOUDRE</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 61/70

## Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) : .....

.....

N° de classification INSEE : .....

.....

Classement de l'Etablissement { à la date du :.... Type : .....; Catégorie : .....

à la date du :.... Type : .....; Catégorie : .....

à la date du :.... Type : .....; Catégorie : .....

Pouvoirs publics exerçant le contrôle de l'établissement :

Inspection { .....  
du .....  
Travail { .....  
.....

Commission { .....  
de .....  
Sécurité { .....  
.....

DREAL { .....  
.....  
.....  
.....

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

## HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

### I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE

### II - ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR ou N° QUALIFOUDRE

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 63/70



## 11.8. Annexe 8 : Notice de vérification et de maintenance

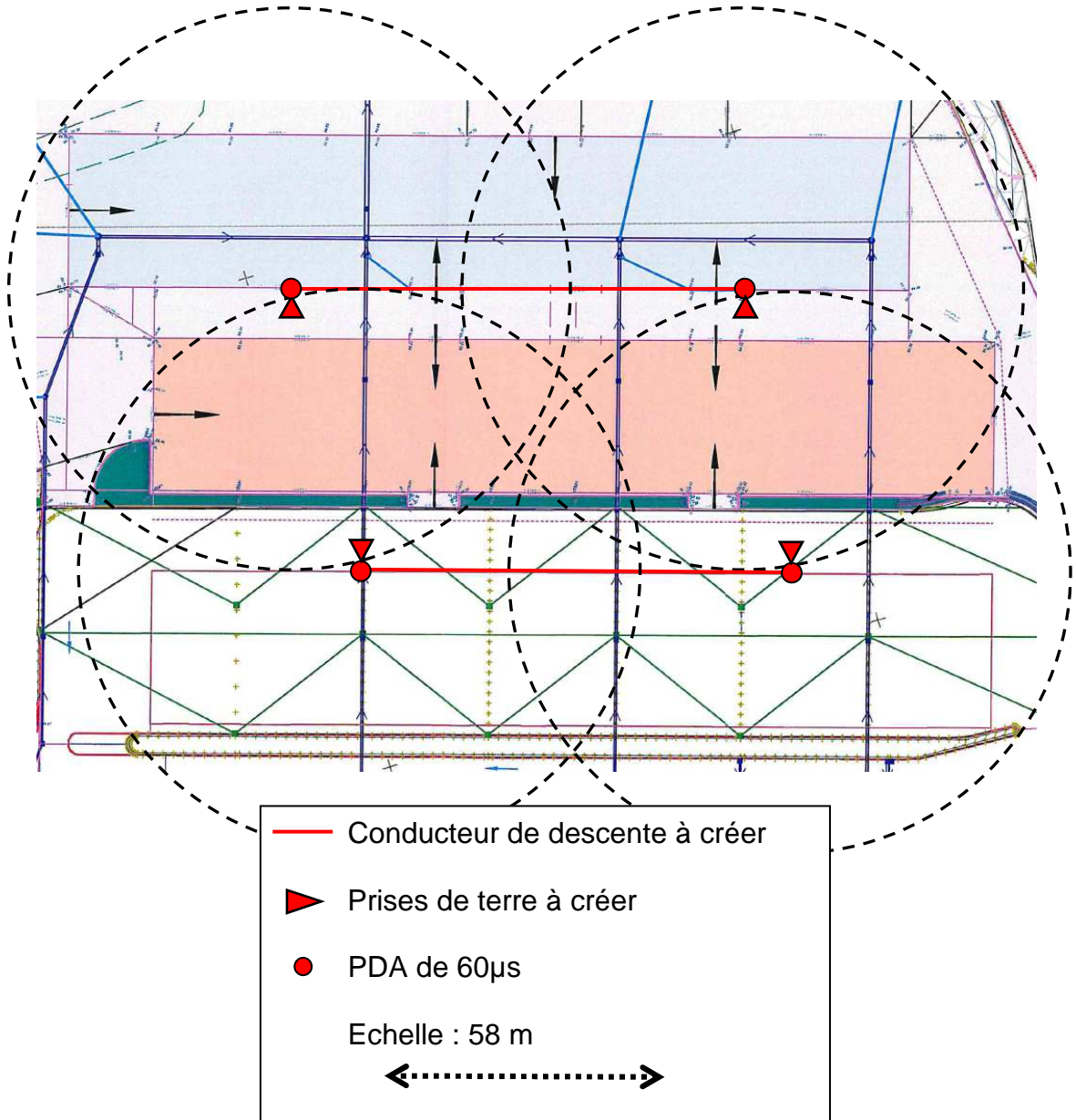
### 11.8.1. Les IEPF :

- 2 PDA testables installés sur des mâts de manière à dépasser de 5 m le point haut du bâtiment 13,
- 2 PDA testables installés sur des mâts de manière à dépasser de 5 m le point haut du bâtiment 15,
- 2 conducteurs de descente normalisés et mutualisés sur l'acrotère pour les installations du bâtiment 13,
- 2 conducteurs de descente normalisés et mutualisés sur l'acrotère pour les installations du bâtiment 15,
- 1 joint de déconnexion portant les mentions obligatoires en partie basse des descentes,
- 1 gaine de protection basse en partie basse des descentes,
- 1 compteur d'impact en partie basse des descentes principale par PDA (4 compteurs),
- 1 prise de terre de type A au pied des descentes,
- 1 liaison équipotentielle terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion au pied des descentes,
- 1 affichette de prévention en partie basse des descentes,
- Distances de séparation : 0 m

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 65/70



Plan d'implantation de la protection contre les effets directs de la foudre



### 11.8.2. Les IIPF :

- Parafoudres de type 1 aux TGBT des bâtiments 13, 14 et 15

Caractéristiques des parafoudres de type 1 :

- $U_c : 440 \text{ V}$ ,
- $I_{imp} \geq 12.5 \text{ kA}$  (en onde 10/350  $\mu\text{s}$ ),
- $U_p \leq 2.5 \text{ kV}$ ,
- 1 dispositif de déconnexion

### Equipotentialité :

Liaisons équipotentiels avec le réseau de terre électrique et les équipements suivants à leur point d'entrée dans les bâtiments :

- Canalisations métalliques entrantes dans le bâtiment,
- Les gardes corps,
- Les luminaires,
- Les escaliers métalliques.

### 11.8.3. La prévention :

Une procédure d'alerte orageuse intégrée aux procédures d'exploitation du site.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 67/70

#### 11.8.4. Vérification des protections foudre

### Les Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPF)



#### FICHE DE CONTROLE PDA

Fiche n°.....

Vérification effectuée le : ...../...../.....

Par M.....

INSTALLATION EXTERIEURE DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (IEPF)				
DISPOSITIF (NORME PRODUIT)	COMPOSANT DU DISPOSITIF	POINT DE CONTROLE	CONFORME	NON CONFORME
CAPTURE (NF EN 50164-2)	PDA	Etat physique		
		Corrosion		
		Test de la partie active (si vérification complète)		
	Fixation du PDA	Etat physique		
		Corrosion Haubanage		
DESCENTE 1 : CONDUCTEUR DEDIE (NF EN 50164-2)	Fixation, connexion, support	Connexion, continuité		
	Conducteur	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Etat physique incrémentation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
DESCENTE 2 : (NF EN 50164-2)	Elément naturel	Connexion, continuité		
	Ferraille à béton	Continuité		
	Conducteur rapporté	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Fixation, connexion, support	Arrachement, corrosion		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Intégrité de l'appareil, éventuelle incrémentation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
PRISE DE TERRE (NF EN 50164-1 et 2)	Réalisation	Type A, type B, nature et section des électrodes,...		
	$0 < \text{conservation} \leq 10 \Omega$	Résistance		
	Regard de visite, état de la connexion	Accessibilité, corrosion,...		
	Interconnexion au fond de fouille	Accessibilité, corrosion,...		
EQUIPOTENTIALITE ET SEPARATION (NF EN 50164-2)	Conducteur, connexion	Nature, section, cheminement, connexion, fixation,...		
	Distance de séparation	Maintien de la distance		

Fait à : ..... le ...../...../.....

Signature :

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 68/70

### **Méthode de mesure de la résistance :**

- Ouverture du joint de contrôle intercalé sur le conducteur de descente à environ 2 mètres du sol,
- Désolidarisation de l'ensemble gaine/conducteur de la structure sur laquelle elle est fixée, si celle-ci est conductrice,
- Séparation au niveau du regard de visite du conducteur méplat de la prise de terre du paratonnerre et du conducteur de terre en cuivre nu du réseau électrique du bâtiment,
- Mise en œuvre de la méthode de mesure de la résistance (voir ci-dessous),
- Remontage de l'ensemble.

Celle-ci s'effectue avec un appareil de mesure conforme à la norme de sécurité NF EN 61010-1 de 1993, relative aux instruments de mesures électroniques et permet :

- La mesure de résistance des prises de terre,
- La mesure de continuité.

La mesure de la valeur ohmique de la prise de terre isolée des autres circuits est réalisée à l'aide de deux autres prises de terre auxiliaires.

C'est une mesure différentielle entre deux points :

- La source de tension (1<sup>er</sup> piquet de terre Z situé à une distance d de la prise de terre à mesurer),
- La mesure de tension (2<sup>ème</sup> piquet Y situé à 62 % de d).

La chute de tension entre ces deux points indique la résistance de terre à mesurer.

<b>TEC Foudre</b> <b>59 Villeneuve d'Ascq</b> Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique  <b>SOMPREMA</b> <b>St Julien Sur Sault (89)</b>	<b>19.11.2019</b>	
		Révision 1	Page 69/70

# Les Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (IIPF)



## FICHE DE CONTROLE PARAFONDRES

Fiche n°:.....

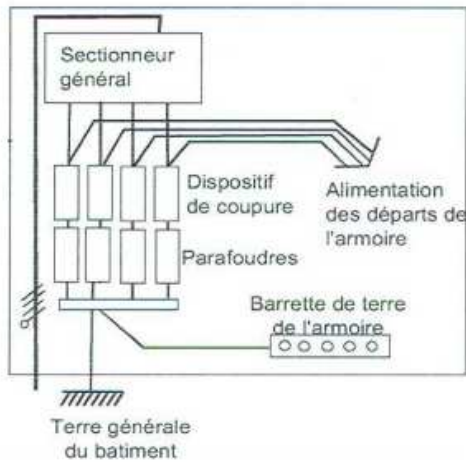
Vérification effectuée le : ...../...../.....

Par M.....

**EQUIPEMENTS PROTEGES :**

**IMPLANTATION DES PARAFONDRES :**

**SCHEMA ELECTRIQUE :**



**CARACTERISTIQUES PARAFONDRES**

Régime de Neutre : \_\_\_\_\_

Marque :

Type 1

Type 2 ou 3

Up : .....kV

Uc : .....V

**Pour type 1 :**

Iimp : ..... kA

**Pour type 2 ou 3 :**

In : .....kA

I<sub>max</sub> : .....kA

**INSPECTION VISUELLE :**

- Règle des 50 cms respectée
- Section des câbles respectée
- Signalisation de défaut du parafoudre
- Dispositif de coupure associé existant

<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON

**RESULTAT DE LA VERIFICATION**

- Installation parafoudres sans défaut

<input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON
------------------------------	------------------------------

Si non, l'installation présente les défauts suivants :

**ACTIONS CORRECTIVES**

Fait à : ..... le ...../...../.....

Signature :

<b>TEC FONDRE</b> 59 Villeneuve d'Ascq Protection contre la foudre Tel : 04 72 54 00 12	Analyse Risque Foudre Etude Technique	<b>19.11.2019</b>	
	<b>SOMPREMA</b> St Julien Sur Sault (89)	Révision 1	Page 70/70