



Analyse Risque Foudre

Etude Technique

Révision 1



Produits
de sécurité

Site de Nogent sur Oise (60)

Rédacteur : C.LIBBRECHT

Date : 19/08/2016

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	14/04/14	Version initiale	CL 	TK 
1	19/08/16	Mise à jour du dossier du fait de l'extension du bâtiment de galvanisation	CL 	TK 

2. TABLE DES MATIERES

1.	HISTORIQUE DES EVOLUTIONS.....	2
2.	TABLE DES MATIERES.....	3
3.	GLOSSAIRE.....	5
4.	LE RISQUE Foudre.....	7
5.	INTRODUCTION.....	8
5.1.	BASE DOCUMENTAIRE.....	8
5.2.	DEROULEMENT DE LA MISSION	10
5.2.1.	<i>Références réglementaires et normatives</i>	<i>10</i>
5.2.2.	<i>Définition de l'Analyse du Risque Foudre</i>	<i>10</i>
5.2.3.	<i>Définition de l'Etude Technique</i>	<i>11</i>
6.	PRESENTATION DU SITE	12
6.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE	12
6.2.	LISTE DES INSTALLATIONS REPERTORIEES DANS LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES.	14
7.	ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F).....	15
7.1.	DENSITE DE Foudroiement	15
7.2.	RESISTIVITE DU SOL	15
7.3.	DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION	16
7.3.1.	<i>Identification des structures à protéger.....</i>	<i>16</i>
7.3.2.	<i>Identification des risques dus à la foudre.....</i>	<i>17</i>
7.3.3.	<i>Caractérisation du bloc 1 : Bâtiment galvanisation + extension</i>	<i>19</i>
7.3.4.	<i>Caractérisation du bloc 2 : Bâtiment de stockage de produits finis (B2)</i>	<i>20</i>
7.3.5.	<i>Caractérisation du bloc 3 : Bâtiment de thermolaquage.....</i>	<i>21</i>
7.3.6.	<i>Caractérisation du bloc 4 : Bâtiment fabrication.....</i>	<i>22</i>
7.3.7.	<i>Equipements ou fonctions à protéger</i>	<i>23</i>
7.4.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre.....	24
8.	ETUDE TECHNIQUE DU SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre.....	25
8.1.	PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF	25
8.1.1.	<i>Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F).....</i>	<i>25</i>
8.1.2.	<i>Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F).....</i>	<i>26</i>
8.2.	PRECONISATIONS	31
8.2.1.	<i>Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF).....</i>	<i>31</i>
8.2.2.	<i>Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)</i>	<i>40</i>
8.2.2.1.	<i>Rappel Général.....</i>	<i>40</i>
8.2.2.2.	<i>Liste des Parafoudres de type I à installer</i>	<i>43</i>
8.2.2.3.	<i>Liste des parafoudres de type II à installer (EIPS)</i>	<i>49</i>
8.3.	LES EQUIPEMENTS A SECURISER HORS CADRE DE LA REGLEMENTATION	49
8.4.	EQUIPOTENTIALITE	50
8.5.	QUALIFICATION DES ENTREPRISES TRAVAUX	53
8.6.	OBSERVATIONS.....	54
9.	CONTRÔLE PERIODIQUE.....	55
9.1.	VERIFICATION INITIALE.....	55
9.2.	VERIFICATIONS PERIODIQUES.....	55
10.	LA PROTECTION DES PERSONNES.....	57
10.1.	DETECTION, ENREGISTREMENT ET MESURES DE SECURITE.....	57
10.1.1.	<i>La détection d'orage et l'enregistrement</i>	<i>57</i>
10.1.2.	<i>Les mesures de sécurité.....</i>	<i>57</i>
10.2.	TENSION DE CONTACT ET DE PAS	59
10.2.1.	<i>Tension de contact</i>	<i>59</i>
10.2.2.	<i>Tension de pas.....</i>	<i>59</i>

11. ANNEXES.....	60
11.1. ANNEXE 1 => PLAN DE MASSE AVEC PROJET	61
11.2. ANNEXE 2 => VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION	62
11.3. ANNEXE 3 => COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUE (JUPITER)	66
11.4. ANNEXE 4 => PRISES DE TERRE PARATONNERRE	87
11.5. ANNEXE 5 => DISTANCE DE SEPARATION	90
11.6. ANNEXE 6 => EQUIPOTENTIALITE.....	92
11.7. ANNEXE 7 => CARNET DE BORD QUALIFOUDRE.....	95
11.8. ANNEXE 8 => NOTICE DE VERIFICATION ET MAINTENANCE	100
NOMBRE DE PAGES DU DOSSIER.....	108

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, quelque 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.

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_P) :

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.

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.

**Evénement
initiateur**

FOUDRE

**Evénement
redouté**

ETINCELLE

**Phénomènes
dangereux**

**EXPLOSION
INCENDIE
PERTE D'EIPS**

Effets

**IMPACT HUMAIN,
ENVIRONNEMENTAL
& INDUSTRIEL**

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.

5. INTRODUCTION

5.1. Base documentaire

L'Analyse de Risque Foudre et l'Etude Technique initiale se basent sur les documents listés ci dessous et sur les informations fournies par Monsieur CLAIN lors de notre audit du 03.04.2014 :

INSTALLATION CLASSEE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT RAPPORTS				
TITRE	AUTEUR	DATE	RERERENCE	DOCUMENT FOURNI
Arrêté préfectoral Partie Galva	Préfecture de l'Oise	22.11.10	Fait à Beauvais	■
Arrêté préfectoral Partie fabrication	Préfecture de l'Oise	24.06.09	Fait à Beauvais	■
Etude des dangers	Sévêque Environnement	/	Partie 3-1	■
Analyse des risques	Sévêque Environnement	/	Partie 3-2	■
PLANS				
TITRE	DATE	RERERENCE		DOCUMENT FOURNI
Plan de masse	/	Aximum		■
Vue aérienne	Via Michelin / Google earth			■

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.

* *Descriptif exhaustif de la distribution électrique et téléphonique, étude des dangers site ancien, zonage Atex.*

Nous nous basons sur nos relevés lors de notre audit, des informations fournies par l'exploitant et de notre expérience de sites similaires pour l'évaluation des risques. Si toutefois des particularités étaient révélées par la suite du projet, une mise à jour du dossier foudre serait à prévoir.

La révision 1 de l'Analyse de Risque Foudre et l'Etude Technique réalisée sur plan se basent sur les documents complémentaires ci dessous et sur les informations fournies par Mme MEDINA et M.DIAS :

REVISION 1				
INSTALLATION CLASSEE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT RAPPORTS				
TITRE	AUTEUR	DATE	RERERENCE	DOCUMENT FOURNI
Arrêté préfectoral complémentaire	Préfecture de l'Oise	18.08.14	Fait à Beauvais	■
PLANS				
TITRE	DATE	RERERENCE		DOCUMENT FOURNI
Plan d'ensemble général 2/2	04.08.16	Plan CM51 Launet indice 0		■
Plan perspective générale	04.08.16	Plan CM52 Launet indice 0		■
Plan perspective générale	04.08.16	Plan CM53 Launet indice 0		■
Plan de masse	Territoire			■
Plan de masse avec projet	Aximum			■
Vue aérienne	Via Michelin / Google earth			■

Document joint => Plan de masse avec projet (Annexe 1)

5.2. Déroulement de la mission

5.2.1. 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 (Juin 2006)	Protection contre la foudre, Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2 (Décembre 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 2006)	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

5.2.2. 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.

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 et officiel : JUPITER ver 1.3.0 de l'UTE, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

5.2.3. 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.

6. PRESENTATION DU SITE

6.1. Caractéristiques du site

- Adresse

AXIMUM
6 rue du Marais Sec
60180 Nogent sur Oise

- Activité

AXIMUM Produits de sécurité couvre l'intégralité des besoins de ses clients en matière de dispositifs de retenue et de produits de sécurité métalliques ou plastiques, de produits techniques, d'équipements de protection individuelle... La société maîtrise l'ensemble du cycle de vie de ses produits : conception, production et distribution, grâce à une recherche développement dynamique et structurée, un outil industriel puissant à la pointe de la technologie, un maillage commercial dense de la France et une démarche active et structurée à l'international.

Technicité, innovation, expertise, conseil, proximité, service, autant d'atouts qui font d'AXIMUM Produits de sécurité un leader incontesté et une référence de son marché.

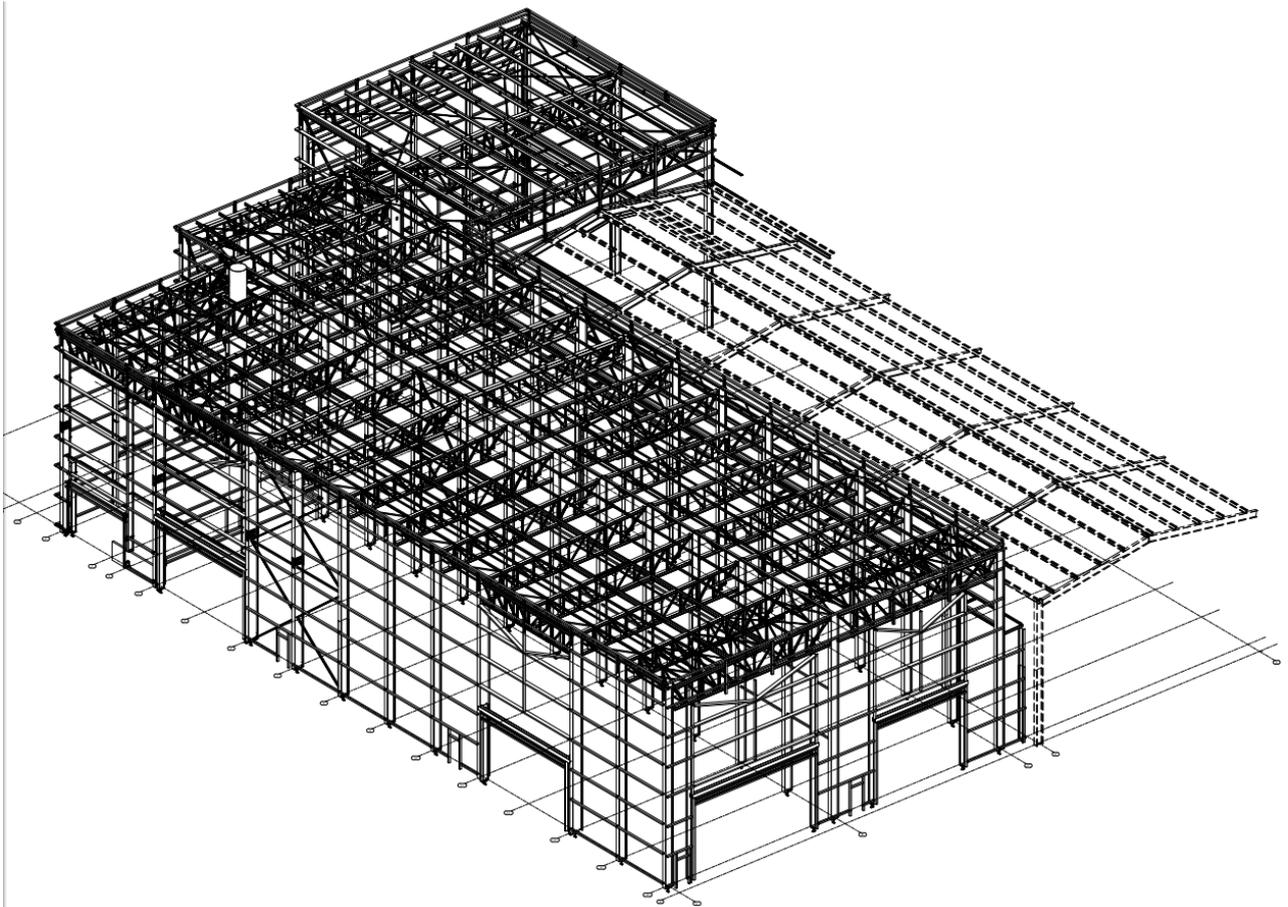
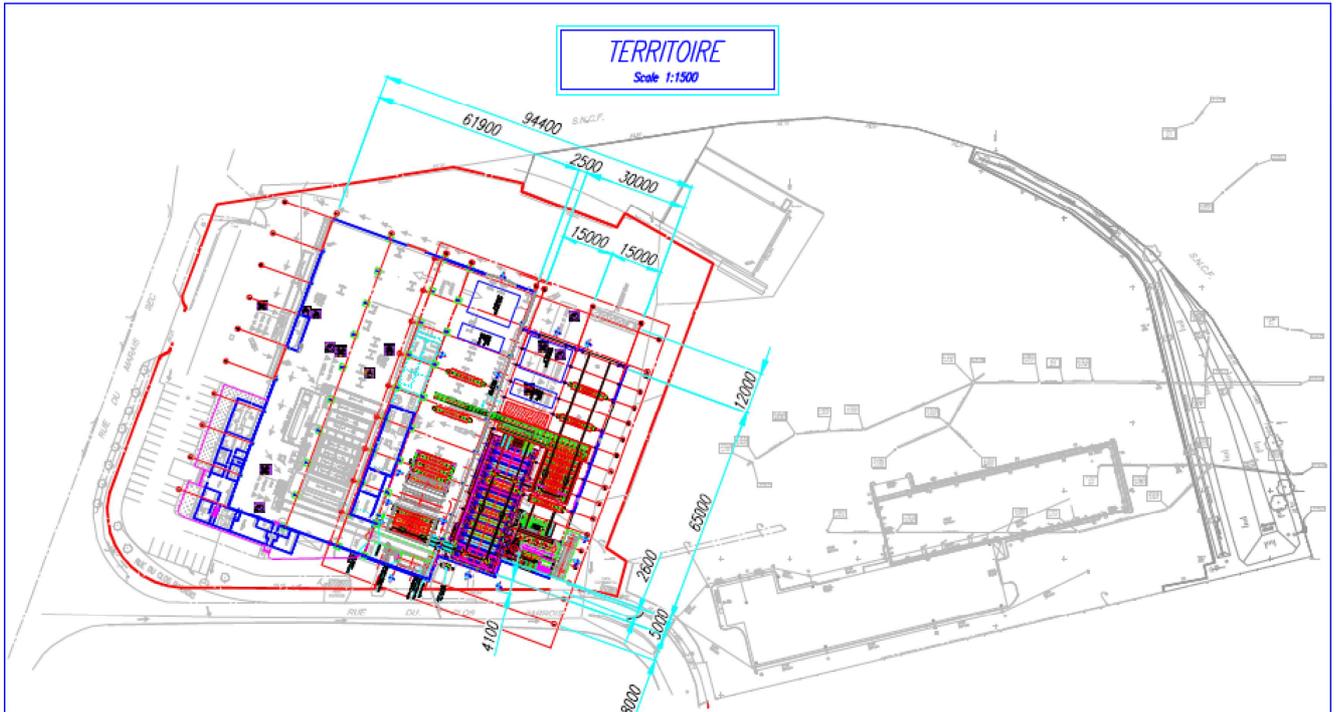
Source : <http://www.aximum-ps.fr/>

- Vue aérienne sans le projet



Source : Via Michelin

- Plans du bâtiment galvanisation avec projet



6.2. Liste des installations répertoriées dans la nomenclature des installations classées.

🍃 Nom : AXIMUM PRODUITS DE SECURITE

Adresse d'exploitation :
6 Rue du Marais Sec
ZI
60180 NOGENT SUR OISE

Activité principale :
Etat d'activité : En fonctionnement
Service d'inspection : DREAL
Numéro inspection : 0051.01403
Dernière inspection : 25/01/2016

Régime : Autorisation
Statut Seveso : Non Seveso
Priorité nationale : Non
IED-MTD : Oui

🍃 Situation administrative

Rubri. IC	Ali.	Date auto.	Etat d'activité	Rég.	Activité	Volume	Unité
1412			En fonct.	NC	Gaz inflammables liquéfiés (stockage)	0,280	t
1412	2b		A l'arrêt	DC	Gaz inflammables liquéfiés (stockage)	50	t
1418			En fonct.	NC	Acétylène (stockage ou emploi)	63,500	
1611			En fonct.	NC	ACIDE ACETIQUE, CHLORHYDRIQUE, FORMIQUE, ETC (EMPLOI OU STOCKAGE)	32,500	t
2565	2a		En fonct.	A	METAUX ET MATIERES PLASTIQUES (TRAITEMENT DES)	-	L
2567			En fonct.	A	Métaux (galvanisation, étamage de) ou revêtement métallique	10	
2575			En fonct.	D	Abrasives (emploi de matières) non visé par 2565	18	kW
2575			A l'arrêt	D	Abrasives (emploi de matières) non visé par 2565	20	kW
2910	A2		A l'arrêt	DC	Combustion	20	MW
2910	A2		En fonct.	DC	Combustion	2,258	MW
2920			En fonct.	NC	Réfrigération ou compression (installation de) pression >10E5 Pa	15	kW
2920	2b		A l'arrêt	D	Réfrigération ou compression (installation de) pression >10E5 Pa	500	kW
2940	3b		A l'arrêt	D	Vernis, peinture, colle, ... (application, cuisson, séchage)	200	kg/j
2940	3b		En fonct.	D	Vernis, peinture, colle, ... (application, cuisson, séchage)	125	kg/j
3230	c		En fonct.	A	application de couches de protection de métal en fusion	10	t/h
3260			En fonct.	A	Traitement de surface	698,660	m3

🍃 Textes publics disponibles

Date	Type	Description
18/08/2014	Arrêté préfectoral	AP fixant le montant de référence des GF et les modalités d'actualisation de ce montant
27/12/2010	Arrêté préfectoral	AP complémentaire imposant des dispositions abrogeant et remplaçant des disp. de l'AP du 20/09/1977
09/04/2010	Autre	récépissé de changement d'exploitant

Source : Source : <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr>

7. ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)

7.1. Densité de foudroiemnt

La densité de foudroiemnt nous est donnée par Météorage :

Météorage
La foudre sous surveillance

Espace client
Client : M. BCM BCM
Déconnexion

Statistiques du foudroiemnt

Formulaire / Confirmation / Paiement / Résultat

Archives

Résultat

Commune : NOGENT-SUR-OISE (60)

Densité d'arcs : 2,19 arcs par an et par km²

Classement de la commune en termes de densité d'arcs : 5207^{ème}

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2006-2015.
La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité d'arcs qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an.
La valeur moyenne de la densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs / km² / an.
[Pour en savoir plus, cliquer ici pour obtenir une note sur la densité de foudroiemnt.](#)

COPYRIGHT METEORAGE
Cette fourniture est régie par les conditions générales de vente disponibles ici : <http://www.meteorage.fr/informations/conditions-generales-de-vente>

Source : <http://temps-passe.meteorage.fr>

Densité de foudroiemnt : 2.19

7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises et en application de la norme NF EN 62-305-2, nous retiendrons la valeur par défaut soit 500 Ω m.

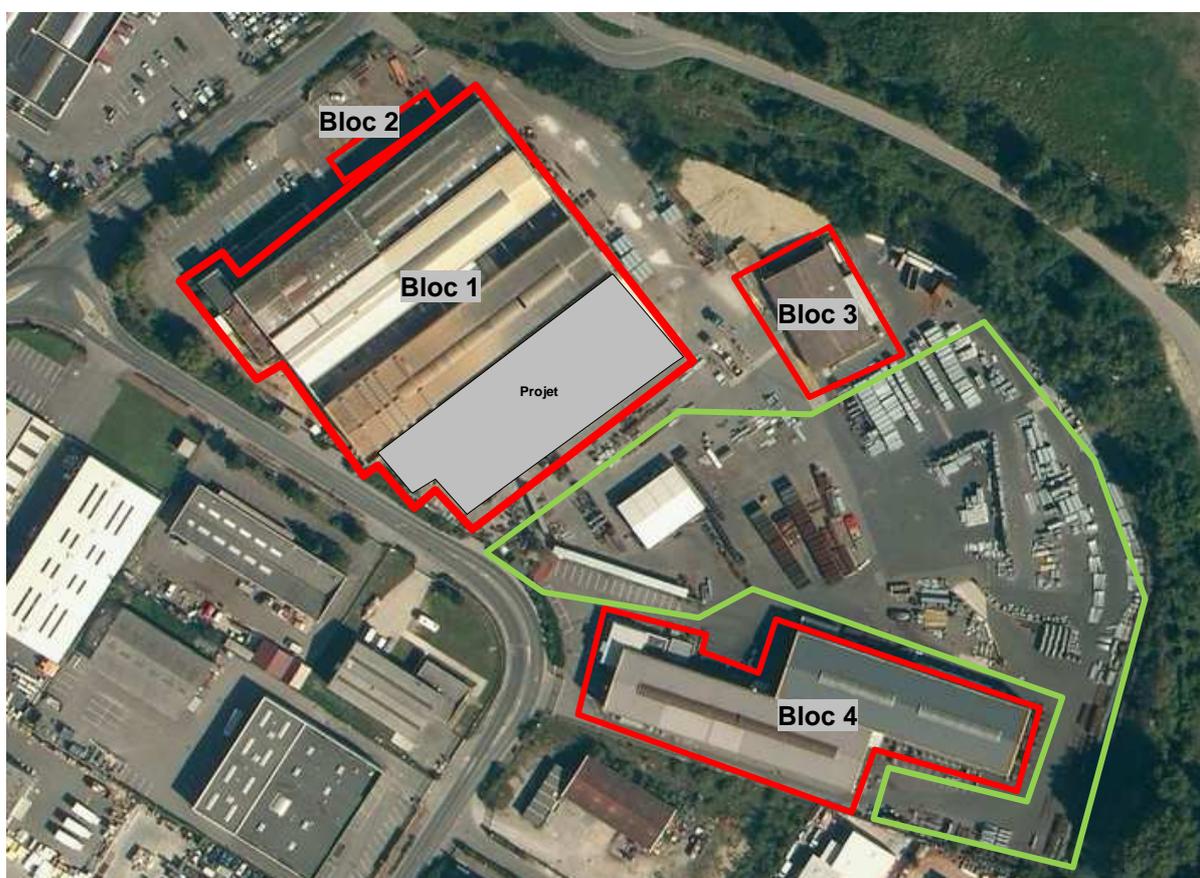
7.3. Détermination des niveaux de protection

7.3.1. Identification des structures à protéger

Les bâtiments ne comportent pas de murs coupe feu 2 heures. Le site sera donc étudié en fonction de la position géographique des unités et ceux dans leur globalité. Il sera découpé en quatre blocs et étudié selon la méthode probabiliste. Le projet vient s'accoler au bâtiment de galvanisation existant sans mur séparatif coupe feu.

Ci dessous le découpage :

- **Bloc 1** : Bâtiment de galvanisation + extension,
- **Bloc 2** : Stockage de produits dangereux (B2),
- **Bloc 3** : Bâtiment de thermolaquage,
- **Bloc 4** : Bâtiment de fabrication.



Des équipements feront l'objet d'approche déterministe (cheminée four, cuve fioul, cuves gaz thermolaquage, bouteilles mobiles de gaz, canalisations gaz, eau de ville, air comprimé).

Les stockages extérieurs de produits finis (pièces métalliques) et les auvents abritant également des pièces métalliques, ne représentent donc pas de risque vis à vis de la foudre. Ils ne seront pas étudiés dans notre dossier. Il en est de même pour le bâtiment désaffecté. Toutes ces unités sont situées dans l'encadré vert ci dessus.

7.3.2. Identification des risques dus à la foudre

Le client nous a fourni l'étude des dangers d'une partie du site à savoir du site le plus récent (fabrication...). Pour le reste du site nous avons évalué les risques de l'activité des unités vis à vis de la foudre en fonction de nos relevés lors de notre audit et des informations fournies par l'exploitant. L'activité au sein du projet sera de même nature que celle du bâtiment de galvanisation existant.

NOS CONCLUSIONS VIS A VIS DE LA Foudre :

BATIMENT DE GALVANISATION :

Risque d'incendie :

La foudre peut être initiatrice d'un incendie. Néanmoins au vu de l'activité de galvanisation qui ne représente pas un fort risque d'incendie, nous retenons ce risque en le quantifiant uniquement « ordinaire ».

Risque de pollution de l'environnement :

Les produits utilisés représentant un risque pour l'environnement ne sont pas en quantité significative dans le bâtiment. En effet ils sont stockés dans une unité spécifique que nous étudierons en bloc 2. Les bains de traitement sont sous rétention adaptée. Nous ne retiendrons donc pas ce risque pour ce bâtiment.

Risque d'explosion :

Pas de zonage Atex défini dans ce bâtiment. Aucune zone 0 ou 20 n'est donc impactable par la foudre. Nous ne retiendrons pas le risque d'explosion dans notre analyse.

STOCKAGE DE PRODUITS DANGEREUX :

Risque d'incendie :

La foudre peut être initiatrice d'un incendie. Ce stockage concentre des produits inflammables, nous retenons donc ce risque quantifié « élevé ».

Risque de pollution de l'environnement :

Les produits stockés représentent un risque pour l'environnement néanmoins ils sont sous rétention adaptée. Nous ne retiendrons donc pas ce risque pour ce bâtiment.

Risque d'explosion :

Pas de zonage Atex défini dans ce bâtiment. Aucune zone 0 ou 20 n'est donc impactable par la foudre. Nous ne retiendrons pas le risque d'explosion dans notre analyse.

BATIMENT THERMOLAQUAGE :

Risque d'incendie :

La foudre peut être initiatrice d'un incendie. Ce bâtiment concentre des cabines de peinture à risque d'incendie, nous retenons ce risque quantifié « élevé ».

Risque de pollution de l'environnement :

En l'absence de produits dangereux pour l'environnement en quantité significative dans ce bâtiment, nous ne retiendrons pas ce risque dans notre étude.

Risque d'explosion :

Des zones sont potentiellement à risque d'explosion dans ce bâtiment. Néanmoins le zonage atex n'est pas défini. Nous pouvons toutefois dire que même en présence de zone 0, elles ne seront pas impactable par la foudre. Nous ne retiendrons pas le risque d'explosion dans notre analyse. Les zones atex sont assimilées à un risque d'incendie.

BATIMENT DE FABRICATION :

Risque d'incendie :

La foudre peut être initiatrice d'un incendie. L'activité qui est le travail mécanique de pièce métallique ne représente pas de risque d'incendie. Nous le quantifierons donc « faible ».

Risque de pollution de l'environnement :

En l'absence de produits dangereux pour l'environnement dans ce bâtiment, nous ne retiendrons pas ce risque dans notre étude.

Risque d'explosion :

Pas de zonage ATEX défini dans ce bâtiment. Aucune zone 0 ou 20 n'est donc impactable par la foudre. Nous ne retiendrons pas le risque d'explosion dans notre analyse.

DE PLUS NOUS POUVONS DIRE :

Risque de présence de personnes :

100 personnes au maximum peuvent être présentes sur le site. Elles sont réparties sur l'ensemble des bâtiments qui ne présentent pas de difficultés d'évacuation. Nous retiendrons donc un risque de panique faible au titre de la NF EN 62305-2.

D'AUTRE PART :

Situation relative :

Dans le voisinage proche du site on trouve les établissements et environnements suivants :

- Les entreprises voisines,
- Des terres agricoles,
- Des arbres,
- Des candélabres,
- ...

Le site sera considéré comme étant entourés d'objets plus petits.

Moyens d'extinction incendie :

Des extincteurs sont répartis sur l'ensemble du site. Ces moyens d'extinctions sont manuels.

7.3.3. Caractérisation du bloc 1 : Bâtiment galvanisation + extension

Description de la structure				
<u>Activité</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :	
<u>Dimensions</u> (m)	Longueur : 100 Largeur : 95 Hauteur : 13.5 Hmax : 17.5 Cheminée extension			
<u>Sol</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Carrelage	<input type="checkbox"/> Lino	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Ossature</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Façade</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input checked="" type="checkbox"/> Autre : Plastique
<u>Charpente</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autres :
<u>Toiture</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique type bac acier			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Tuiles	<input checked="" type="checkbox"/> Autre : Plastique
<u>Réseau de terre</u>	Information non disponible			

Description des lignes			
<i>Lignes</i>	1	2	3
Nom de l'équipement	Arrivée électrique au poste route puis alimentation du TGBT existant du bâtiment de galvanisation	Ligne électrique pour éclairage extérieur	Ligne électrique pour cuve fioul
HT/BT...	HT / BT	BT	BT
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Poste route puis bâtiment de galvanisation	Bâtiment de galvanisation	Bâtiment de galvanisation
Longueur de la connexion	100 m (mesure estimative)	50 m (mesure estimative)	10 m (mesure estimative)
Aérien/Souterrain	Souterrain	Aérien	Aérien
<i>Lignes</i>	4	5	6
Nom de l'équipement	Ligne d'alimentation du nouveau TGBT dans l'extension	Arrivée téléphonique générale du bâtiment	
HT/BT...	HT / BT	Téléphonie	
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Poste route puis bâtiment de galvanisation	Bâtiment de galvanisation	
Longueur de la connexion	100 m (mesure estimative)	1000 m (valeur par défaut)	
Aérien/Souterrain	Souterrain	Aérien	

7.3.4. Caractérisation du bloc 2 : Bâtiment de stockage de produits finis (B2)

Description de la structure				
<u>Activité</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :	
<u>Dimensions (m)</u>	Longueur : 40	Largeur : 10	Hauteur : 4	Hmax: /
<u>Sol</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Carrelage	<input type="checkbox"/> Lino	<input checked="" type="checkbox"/> Autre : maccadam
<u>Ossature</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Façade</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Toiture</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique type bac acier			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Tuiles	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Réseau de terre</u>	Information non disponible			

Description des lignes
<i>Pas de ligne pour cette unité</i>

7.3.5. Caractérisation du bloc 3 : Bâtiment de thermolaquage

Description de la structure				
<u>Activité</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :	
<u>Dimensions</u> (m)	Longueur : 32	Largeur : 26	Hauteur : 6.5	Hmax : 8.5 mât caméra...
<u>Sol</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Carrelage	<input type="checkbox"/> Lino	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Ossature</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Façade</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autres :
<u>Toiture</u>	<input type="checkbox"/> Métallique			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Tuiles	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Réseau de terre</u>	Information non disponible			

Description des lignes			
<i>Lignes</i>	1	2	3
Nom de l'équipement	Alimentation électrique de l'armoire générale depuis la fabrication	Ligne électrique pour éclairage extérieur	Ligne pont bascule
HT/BT...	BT	BT	BT
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Bâtiment laquage et fabrication	Bâtiment laquage	Bâtiment de galvanisation
Longueur de la connexion	125 m (mesure estimative)	75 m (mesure estimative)	10 m (mesure estimative)
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	Souterrain
<i>Lignes</i>	4	5	6
Nom de l'équipement	Ligne téléphonique		
HT/BT...	Téléphonie		
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Bâtiment laquage		
Longueur de la connexion	125 m (mesure estimative)		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

7.3.6. Caractérisation du bloc 4 : Bâtiment fabrication

Description de la structure				
<u>Activité</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :	
<u>Dimensions</u> (m)	Longueur : 130	Largeur : 50	Hauteur : 10	Hmax : 10.5 puits de lumière
<u>Sol</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Carrelage	<input type="checkbox"/> Lino	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Ossature</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Façade</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : plastique
<u>Toiture</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique type bac acier			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Tuiles	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Réseau de terre</u>	Information non disponible			

Description des lignes			
<i>Lignes</i>	1	2	3
Nom de l'équipement	Arrivée électrique au poste fabrication puis alimentation du TGBT du bâtiment de fabrication	Alimentation du bâtiment laquage	Arrivée téléphonique générale du bâtiment
HT/BT...	HT / BT	BT	Téléphonie
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Poste fabrication puis bâtiment de fabrication	Bâtiment de fabrication	Bâtiment de galvanisation
Longueur de la connexion	100 m (mesure estimative)	125 m (mesure estimative)	1000 m (valeur par défaut)
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	Souterrain

7.3.7. Equipements ou fonctions à protéger

En fonction des informations fournies par l'exploitant, nous pouvons dire que les deux centrales de détection gaz (four et chaufferie) seront retenues comme étant des équipements importants pour la sécurité du site.



Cette liste pourra être complétée par l'exploitant.

7.4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

STRUCTURES ETUDIEES SELON LA METHODE PROBABILISTE

Structures	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Bloc 1 : Bâtiment de galvanisation + extension	Structure nécessitant une protection de niveau Np = IV	Structure nécessitant une protection de niveau Np = IV
Bloc 2 : Stockage de produits dangereux (B2)	Structure nécessitant une protection de niveau Np = IV	Pas de ligne pour cette unité
Bloc 3 : Bâtiment de thermolaquage	Structure nécessitant une protection de niveau Np = IV	Structure nécessitant une protection de niveau Np = IV
Bloc 4 : Bâtiment de fabrication	Structure ne nécessitant pas de protection	Structure ne nécessitant pas de protection

EQUIPOTENTIALITE et / ou MISE A LA TERRE

Liaisons équipotentielle de la cheminée four, cheminée extension, cuve fioul et cuves gaz thermolaquage, canalisations gaz et eau de la galvanisation, canalisation gaz et air comprimé du laquage, canalisation gaz de la fabrication.

EQUIPEMENTS OU FONCTIONS A PROTEGER

Protection des EIPS cités en page précédente par parafoudres adaptés (deux centrales de détection gaz (four et chaufferie)).

PREVENTION

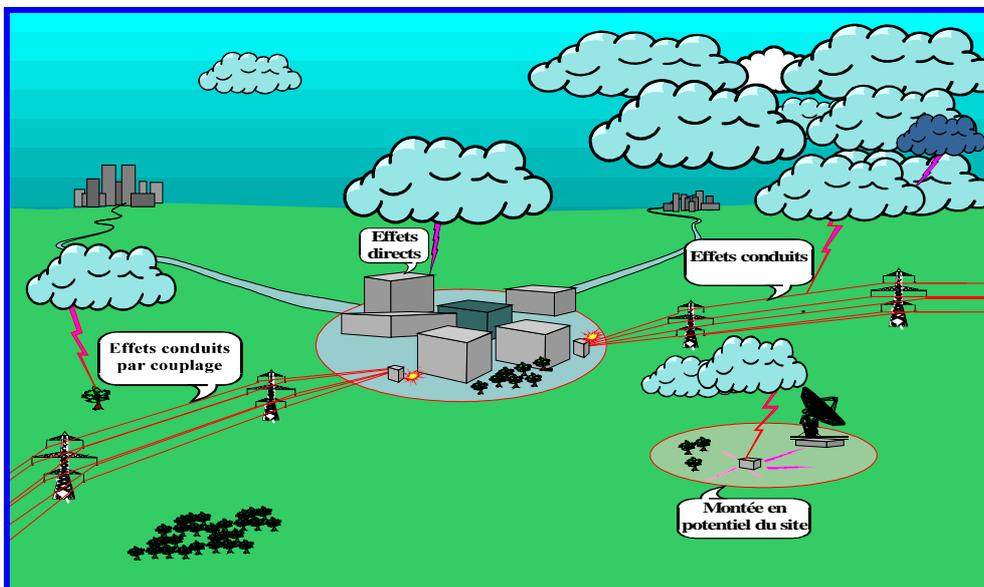
Mise en place d'un système de prévention de situation orageuse à intégrer dans les procédures d'exploitation du site (interdire en période orageuse le travail en toiture des bâtiments, la proximité des installations paratonnerres, l'intervention sur le réseau électrique, la manipulation des bouteilles de gaz...).

Document joint => Visualisation des risques R1 avec et sans protection (Annexe 2)

Document joint => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER) (Annexe 3)

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.

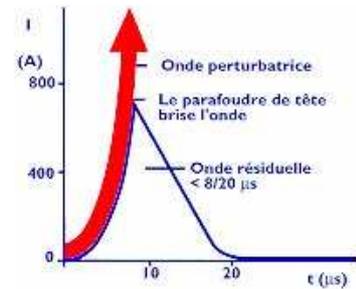
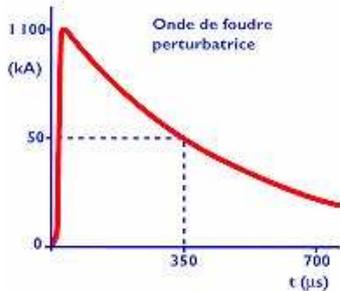
Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

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.

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 foudroisement (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 ⁽²⁾	Obligatoire ⁽²⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement ou partiellement aérienne ⁽³⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Obligatoire ⁽⁵⁾
Alimentation BT par une ligne entièrement souterraine	Non obligatoire ⁽⁴⁾	Non obligatoire ⁽⁴⁾
L'indisponibilité de l'installation et/ou des matériels concerne la sécurité des personnes ⁽¹⁾	Selon analyse du risque	Obligatoire

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ 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).

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

⁽⁴⁾ 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.

⁽⁵⁾ 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).

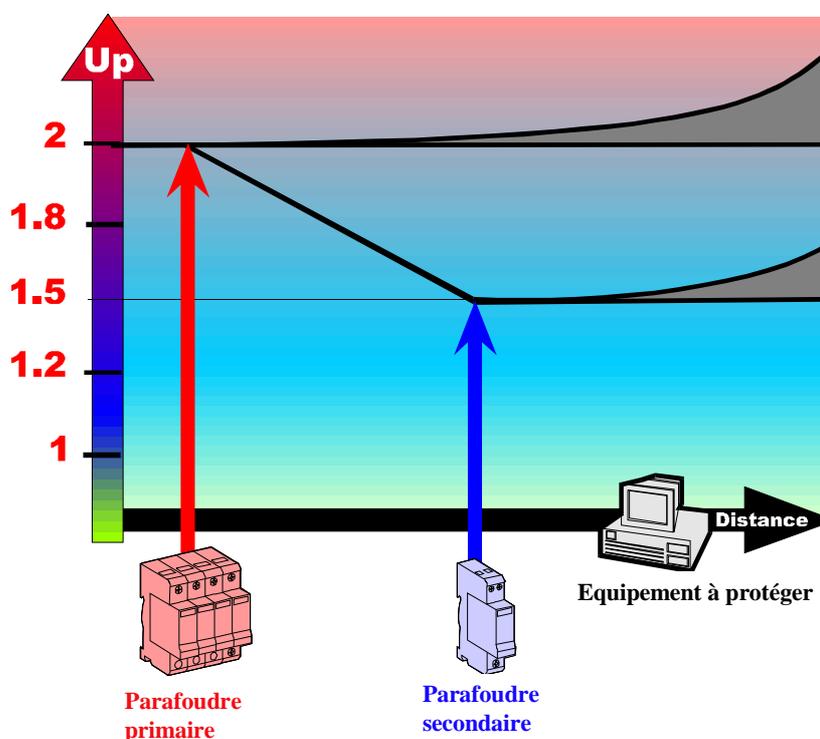
Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

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).

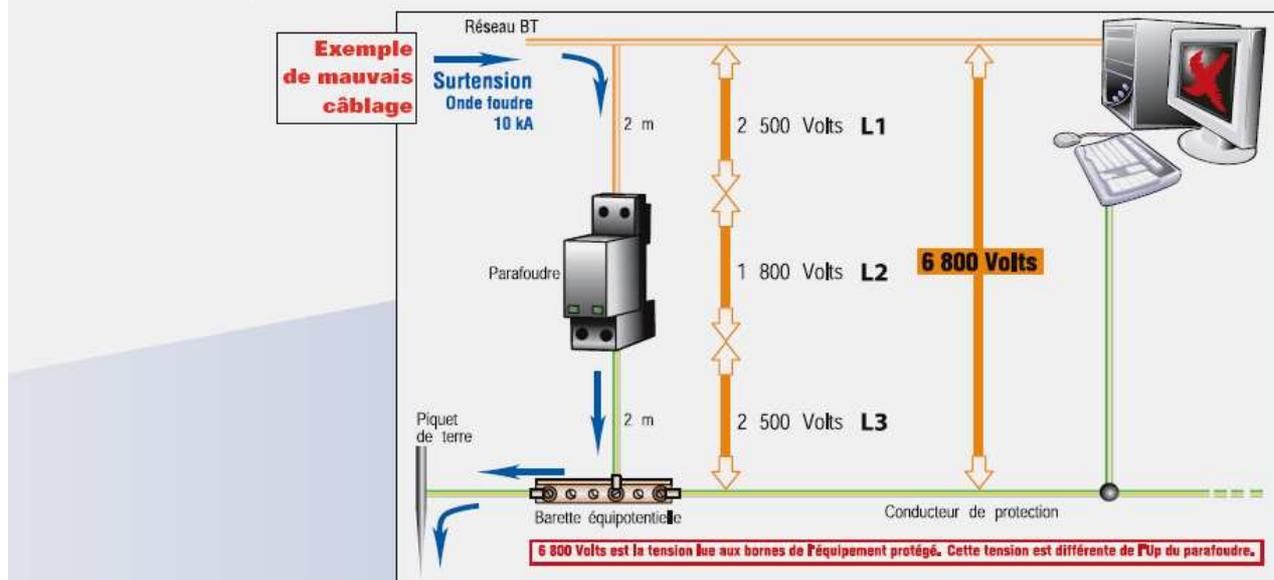
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court circuit (Icc).

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.

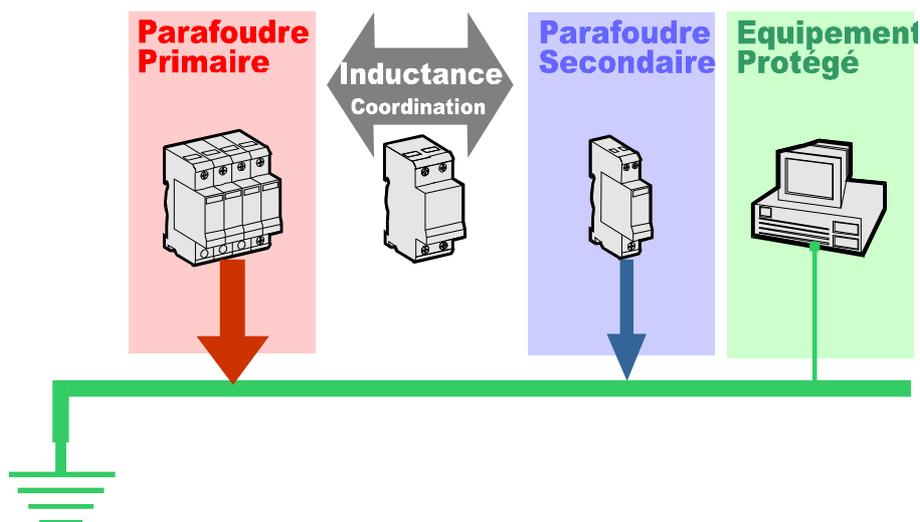
En cas d'impossibilité :

- 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.

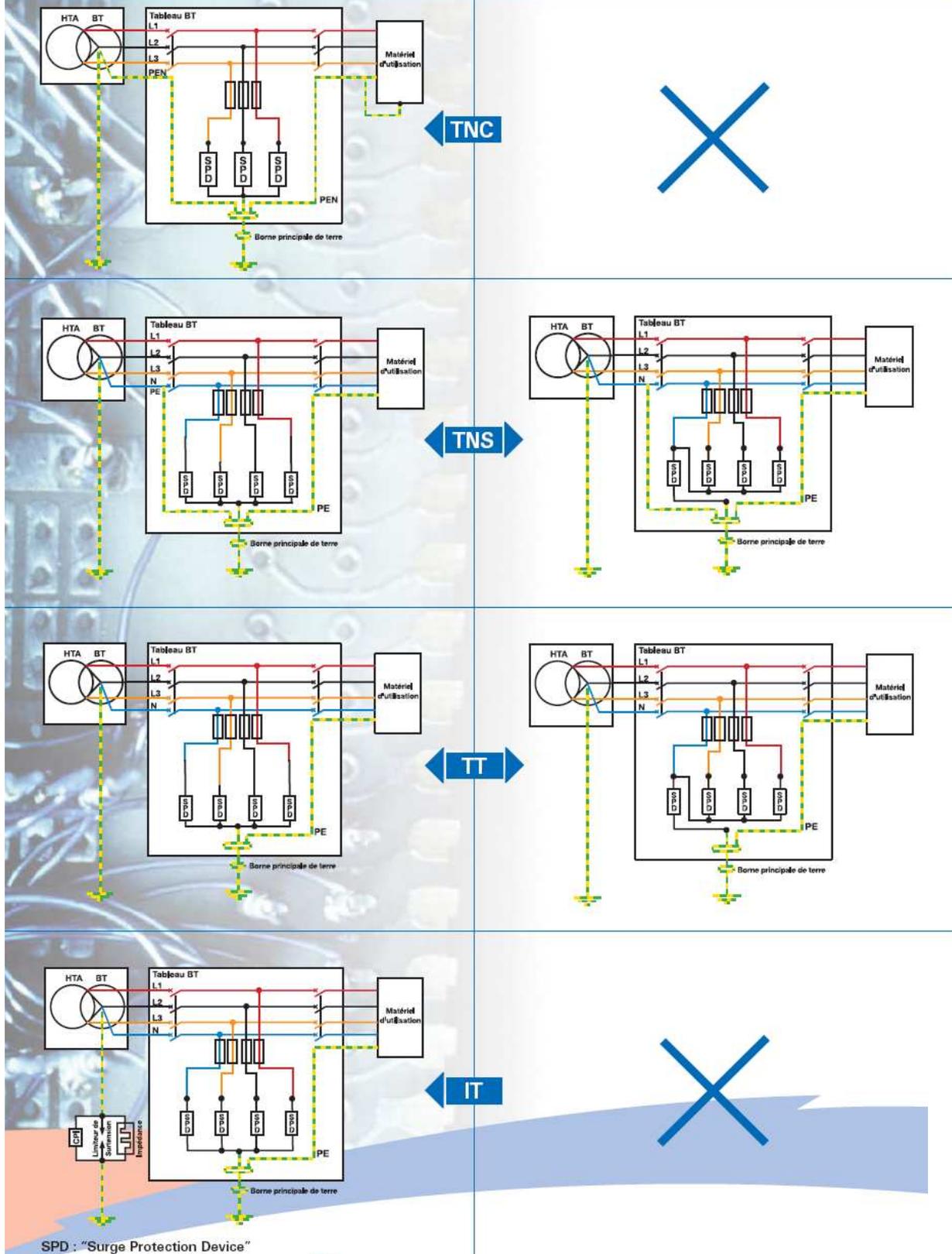
Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

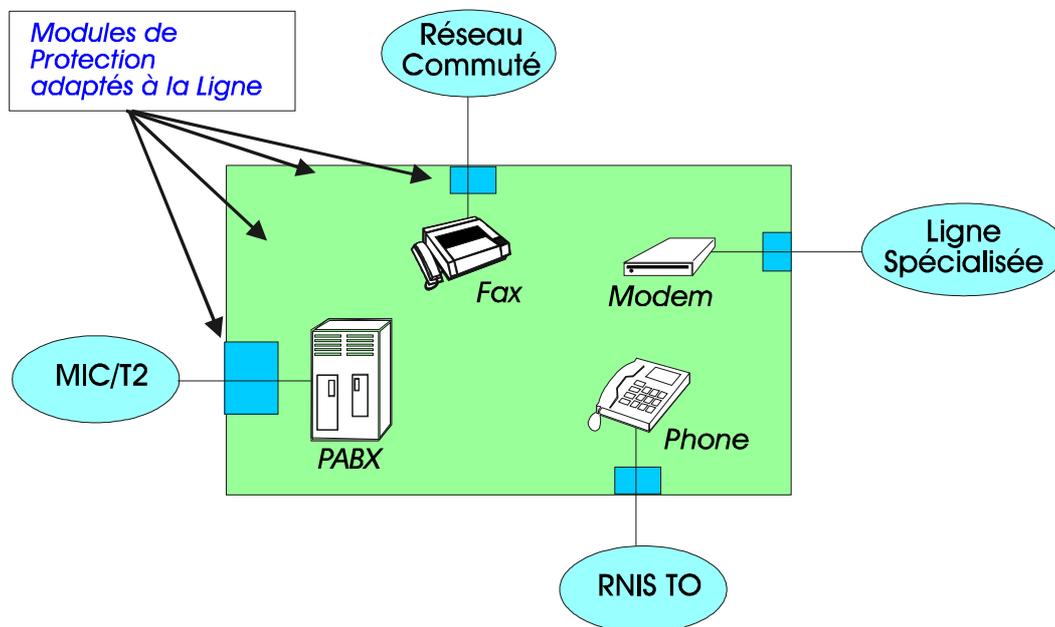
MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



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.

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 (ΔL) 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 Aximum. De plus cette solution occasionnerait une mise en œuvre conséquente sur le bâtiment à toiture fragilisée par l'activité, à savoir le bâtiment galvanisation.

- b) fils tendus,

Cette solution n'est pas adaptée aux bâtiments. 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 sur des bâtiments de grande superficie et présente donc un coût important. De plus cette solution occasionnerait une mise en œuvre conséquente sur le bâtiment à toiture fragilisée par l'activité, à savoir le bâtiment galvanisation. Elle est donc écartée.

d) structures naturelles,

Les couvertures métalliques peuvent être utilisées comme éléments naturels de capture si leur épaisseur est supérieure à 0,5 mm, et s'il n'est pas nécessaire de protéger contre les problèmes de perforation, de point chaud ou d'inflammation. Si nous n'acceptons pas le risque de perforation l'épaisseur est amenée à 4 mm.

Le bac acier d'épaisseur insuffisante et fragilisé par l'activité notamment pour le bâtiment de galvanisation fait que la solution de la structure naturelle n'est pas applicable aux bâtiments. De plus les bâtiments possèdent de nombreux puits de lumière en tôles plastiques. Le bâtiment laquage est recouvert de tôles fibro ciment ne pouvant pas non plus servir de dispositif naturel de capture. Nous ne pouvons pas accepter la perforation de la toiture au dessus de l'activité et des personnes. Les points chauds ou la fusion du bac acier, la pénétration de l'impact foudre par les puits de lumière ou suite à l'éclatement des tôles fibro ciment sont à éviter.

e) paratonnerres à dispositif d'amorçage,

Malgré la réduction obligatoire des rayons de protection de 40%, les PDA permettent en un point de protéger une grande superficie. Cette solution sera donc la plus adaptée techniquement et économiquement à la protection des bâtiments. De plus cette solution permet d'éviter tout impact directement sur les bâtiments et donc d'éviter les points chauds, fusion du bac acier, pénétration direct de l'impact dans les bâtiments par les puits de lumière ou suite à l'éclatement des tôles fibro ciment, au dessus de l'activité et des personnes. D'autre part cette solution évitera les accès multiples en toiture notamment du bâtiment galvanisation ou elle est fragilisée.

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.

La continuité parfaite des IPN métallique est difficile à garantir sur des bâtiments anciens à activité corrosive. Une campagne de mesure approfondie serait nécessaire pour s'assurer de celle ci. Nous écartons cette solution.

b) conducteurs normalisés dédiés,

La structure naturelle n'étant pas utilisée, il sera nécessaire d'installer des conducteurs dédiés aux PDA. Ils permettront une extériorisation maximale du courant de foudre.

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

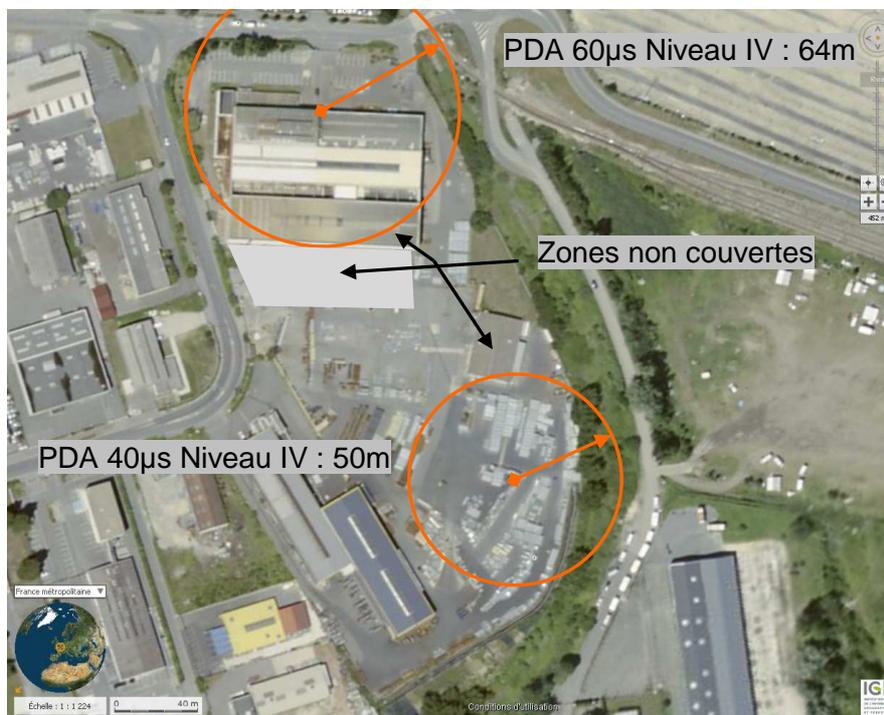
La norme NFC 17102 impose une section de 50 mm² pour le cuivre (ou équivalent pour d'autres matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre. Les bâtiments sont de réseau de terre inconnue. Il sera donc nécessaire de créer des prises de terre paratonnerres spécifiques de type A pour les descentes des PDA.

EXAMEN DES PROTECTIONS EXISTANTES :

Après application des conclusions de l'ARF et du coefficient de réduction obligatoire de 40 % des rayons de protection des PDA, les protections existantes (1 PDA de 60 μ s et 1 PDA de 40 μ s) ne permettent plus la protection intégrale des bâtiments galvanisation, stockage de produits dangereux et laquage (voir plan des installations existantes ci dessous). Il sera nécessaire de les compléter.

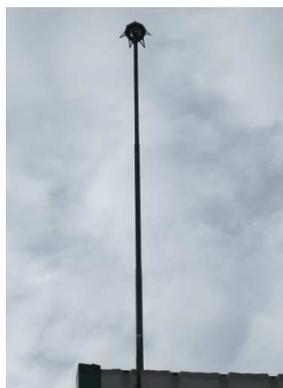
De plus elles sont munies que d'une seule descente, l'équipotentialité de la prise de terre du PDA en galvanisation est reprise sur un IPN métallique rouillé : continuité non garantie, celle du PDA sur le parc est déconnectée d'un bornier encombré et l'affichage du compteur d'impact est incohérent. Le regard de visite du PDA du parc de stockage a été recouvert par de l'enrobé... L'installation existante du parc de stockage sera entièrement déposée. L'installation existante de la galvanisation sera toutefois conservée mais remise en état et remise aux normes.

Plan des installations existantes



LES NOUVELLES INSTALLATIONS PARATONNERRES SERONT REALISEES EN RESPECT DES POINTS SUIVANTS :

PDA de 60µs existant sur le bâtiment galvanisation :



- Conservation du Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage caractérisé par une avance à l'amorçage de 60 µs. La tête PDA existante est testable et elle répond aux exigences de la norme NFC 17102 de septembre 2011, elle pourra être réemployée sous réserve de son bon fonctionnement. En cas de réutilisation la société travaux devra produire un rapport de test attestant du bon fonctionnement du PDA. Il sera installé sur un mât de 5.50 m minimum. En cas de remplacement ce PDA pourra être testable à distance afin de réduire les frais de maintenance lors des vérifications périodiques réglementaires.
- Depuis ce paratonnerre, remise en état de la descente existante et création d'une seconde descente normalisée.
- Il convient d'éviter le croisement de câble électrique.
- Conservation du joint et de la gaine de protection basse de la descente existante.
- En partie basse de la nouvelle descente, mise en place 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.
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre de type A. Une attention particulière sera apportée aux réseaux souterrains du site. La prise de terre existante pourra être réemployée si sa valeur ohmique est < à 10Ω.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre les prises de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion. La liaison existante est vétuste elle sera recrée.
- Installation d'un compteur de coups de foudre dernière génération en remplacement de l'existant.
- 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

PDA de 60µs à installer sur l'extension Galvanisation :

- Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre. Ce paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 60 µs. Ce PDA pourra être testable à distance afin de réduire les frais de maintenance lors des vérifications périodiques réglementaires.
- Depuis ce paratonnerre, réalisation de deux descentes normalisées (*).
- Respect de la distance de séparation.
- Il convient d'éviter le croisement de câble électrique.
- En partie basse des descentes, mise en place 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.
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre de type A. Une attention particulière sera apportée aux réseaux souterrains du site.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre les prises de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.
- Installation d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe.
- 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

PDA de 40µs à installer sur le bâtiment laquage :

- Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre. Ce paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 40 µs. La tête PDA existante est testable et elle répond aux exigences de la norme NFC 17102 de septembre 2011, elle pourra être réemployée sous réserve de son bon fonctionnement. En cas de réutilisation la société travaux devra produire un rapport de test attestant du bon fonctionnement du PDA. Il sera installé sur un mât de 5.50 m minimum. En cas de remplacement ce PDA pourra être testable à distance afin de réduire les frais de maintenance lors des vérifications périodiques réglementaires.
Ce PDA, malgré la présence d'un mât caméra existant, a été placé de ce côté du bâtiment afin de faciliter la mise en équipotentialité de ces prises de terre sur l'armoire générale du bâtiment. Il assure également, de par cet emplacement, une protection partielle du parc de stockage plutôt que des terrains vierges. Néanmoins en cas de préférence technique de l'installateur il peut être placé à l'opposé du bâtiment.
- Depuis ce paratonnerre, réalisation de deux descentes normalisées (*).
- Respect de la distance de séparation.
- Il convient d'éviter le croisement de câble électrique.
- En partie basse des descentes, mise en place 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.
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre de type A. Une attention particulière sera apportée aux réseaux souterrains du site.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre les prises de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion.
- Installation d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe.
- 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

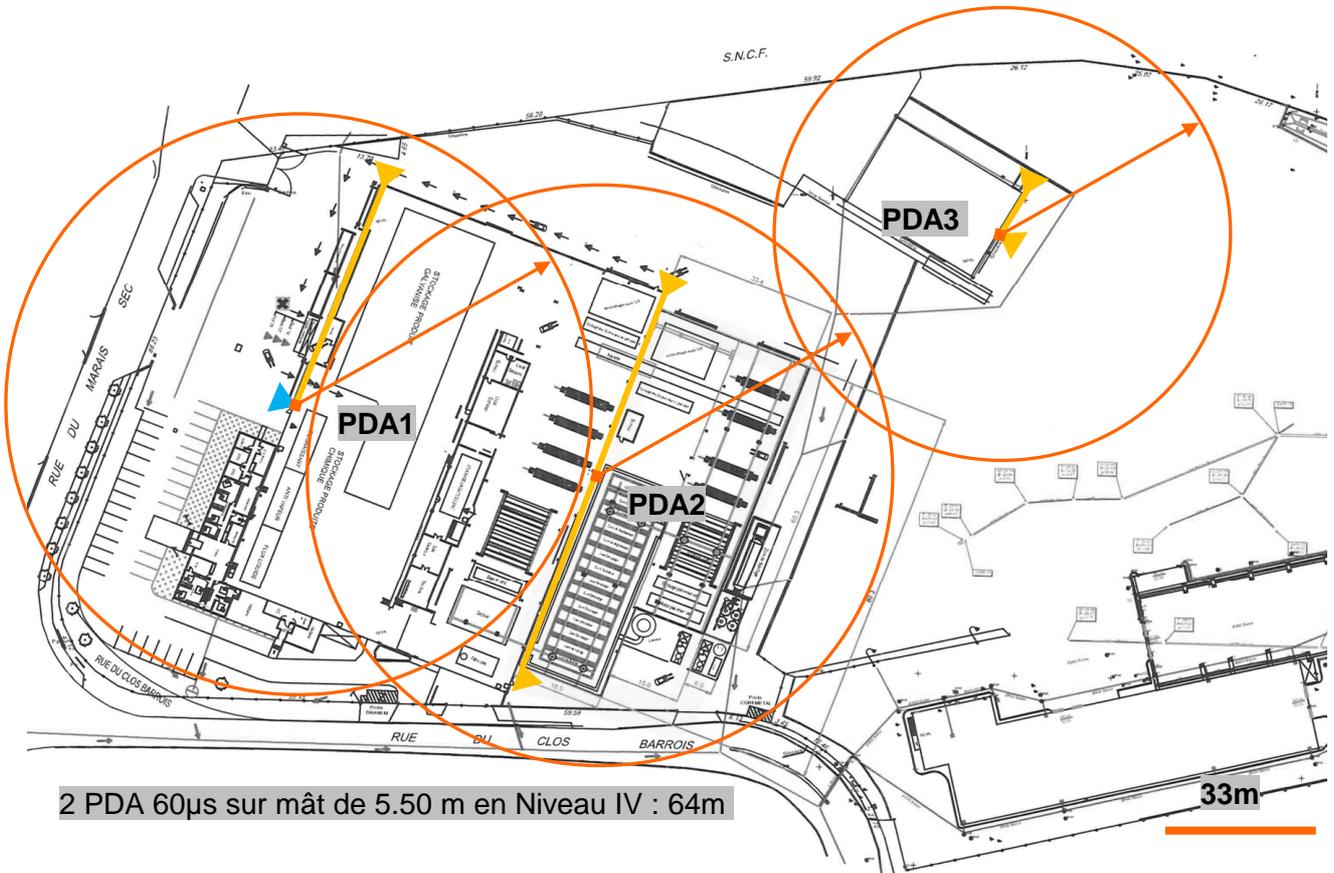
Document joint => Prises de terre (Annexe 4)

Remarque :

Les travaux devront être effectués par un professionnel agréé  **Qualifoudre**.
L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE** à la remise de son offre.
Les IEPF devront répondre aux différentes normes produits afférentes aux séries NF EN 50 164-1 à -3 et NF EN 62 561-4 à -7. Les PDA doivent être conformes à la NF C 17 102.

Ci dessous le plan de la protection préconisée avec application de la conclusion de l'ARF et du coefficient de sécurité obligatoire (-40% du rayon de protection des PDA)

1PDA 40µs sur mât de 5.50 m en Niveau IV : 50 m



2 PDA 60µs sur mât de 5.50 m en Niveau IV : 64m

-  Prise de terre et descente paratonnerre existante
-  Prises de terre et descentes paratonnerres à créer

Calcul de la 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 :

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} I \quad (\text{m})$$

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 ;
- I 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 I le long du dispositif de capture peut être ignorée pour les structures à toiture métallique continue agissant comme dispositif de capture naturel.

Extrait de la NF C 17 102 (septembre 2011)

Calcul de la distance de séparation pour les descentes de longueur équivalente du PDA 1 du bâtiment galvanisation :

Descentes en toiture : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 40 = 1.20 \text{ m}$
Descentes en façade : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 13 = 0.40 \text{ m}$

Calcul de la distance de séparation pour les descentes de longueur équivalente du PDA 2 du bâtiment galvanisation :

Descentes en toiture : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 40 = 1.20 \text{ m}$
Descentes en façade : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 13 = 0.40 \text{ m}$

Calcul de la distance de séparation PDA 3 du bâtiment laquage :

Descente directe : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 7 = 0.20 \text{ m}$
Descente la plus longue : $S = 0.04 \times 0.75/1 \times 12 = 0.35 \text{ m}$

K_i : 0.04 (niveau 4)

K_c : 0.75 (2 descentes et prises de terre de type A)

K_m : 1 (Air)

L : (x) m (longueur de la partie de la descente concernée par le calcul)

La distance de séparation ne s'applique pas pour les conducteurs de descente paratonnerre fixés aux surfaces métalliques elle mêmes apposées sur l'ossature métallique munie d'un réseau fond de fouille. Cela peut être le cas des descentes du bâtiment galvanisation.

Document joint => Calcul de la distance de séparation (Annexe 5)

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

8.2.2.1. Rappel Général

DIMENSIONNEMENT DES PARAFONDRES 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 le guide UTE C 17-108 d'avril 2006 ou NF EN 62305-2 de décembre 2012.

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 PARAFONDRES

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

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:

$$Np=I : I_{imp} \geq 100/(n1+n2)$$

$$Np=II : I_{imp} \geq 75/(n1+n2)$$

$$Np=III et IV : I_{imp} \geq 50/(n1+n2)$$

$n1$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures enterrées

$n2$ = nombre total des éléments conducteurs extérieurs ou lignes extérieures aériennes

Rappel 1 :

$n1$ et $n2$ 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 $n1$ et $n2$, 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.

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.

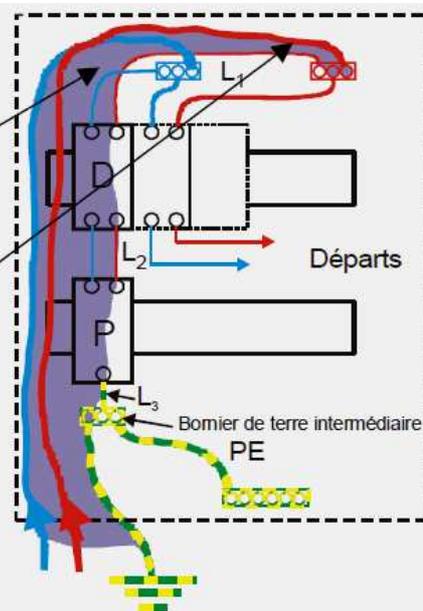


Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique

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.

8.2.2.2. Liste des Parafoudres de type I à installer

Afin de répondre à la conclusion de l'ARF il sera nécessaire d'installer un parafoudre de type I à chaque installation suivante :

- Châssis BT en poste route,



Cette armoire est déjà munie de parafoudre de type I. Il s'agit de parafoudre Indelec type I DGV400/4 de caractéristiques U_c 400v / U_p 1.5kV / I_{imp} 15kA / I_n 20kA.

Le niveau de protection requis par l'ARF est le niveau IV. Le régime de neutre de cette armoire est de l'IT (Tri +N). En fonction de ces éléments nous pouvons dire que :

Les parafoudres auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 400$ V
- Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12,5$ kA (en onde 10/350 μ s),

$$\begin{aligned} N_p = IV : I_{imp} &\geq 50 / (n1+n2) \\ &\geq 50 / (6) \\ &\geq 8.33 \text{ kA.} \end{aligned}$$

Au vu du nombre de lignes entrantes et sortantes de la structure (4 pour ce bâtiment cf § 7.3.3 + à minima 1 canalisation gaz et 1 canalisation eau de ville) nous avons retenu la valeur minimale imposait par la norme pour le I_{imp} , à savoir 12.5kA.

- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 2,5$ kV.
- Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

Le courant de décharge I_{imp} du parafoudre existant est supérieur au 12.5kA du fait de ces 15 kA. Le U_p est de 1.5kV inférieur au 2.5kV maximum requis.

Le câblage de ce parafoudre est également conforme tant par sa section que par la longueur de son câblage qui respecte les 50 cm maximum requis.



Néanmoins une cartouche est percutée et celui-ci n'est pas compatible avec le régime IT. L'emplacement du parafoudre sera donc conservé en lieu et place mais il sera nécessaire de remplacer les cartouches parafoudres par un modèle adapté.



- TGBT galvanisation,



Cette armoire est munie de parafoudre de type II. Il s'agit de parafoudre Indelec type II DGT400/4 de caractéristiques U_c 440v / U_p 1.8kV / I_{max} 40kA / I_n 10kA. Deux cartouches de ce parafoudre sont percutees.



Ce TGBT alimente les deux EIPS définis par l'ARF. Il s'agit de la centrale gaz four et de la centrale gaz chaufferie. La longueur des câbles d'alimentation entre les EIPS et le TGBT les alimentant devra être mesurée. Si elle est en deçà des 10 mètres il est possible de conserver le parafoudre de type II en le remettant en état et en le coordonnant au nouveau parafoudre de type I à installer ou déposer ce parafoudre de type II et installer directement un combiné parafoudre de type I+II ce qui est recommandé.

Si elle excède les 10 mètres, un parafoudre de type I sera installé sur le TGBT et deux parafoudres de type II seront placés directement sur les EIPS.



Le niveau de protection requis par l'ARF est le niveau IV. Le régime de neutre de cette armoire est de l'IT (Tri +N). En fonction de ces éléments nous pouvons dire que :

Les parafoudres de type I+II auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 400 \text{ V}$
- Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12,5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),

$$\begin{aligned} N_p = IV : I_{imp} &\geq 50 / (n1+n2) \\ &\geq 50 / (6) \\ &\geq 8.33 \text{ kA.} \end{aligned}$$

Au vu du nombre de lignes entrantes et sortantes de la structure (4 pour ce bâtiment cf § 7.3.3 + à minima 1 canalisation gaz et 1 canalisation eau de ville) nous avons retenu la valeur minimale imposait par la norme pour le I_{imp} , à savoir 12.5kA.

- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 1,5 \text{ kV}$.
- Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

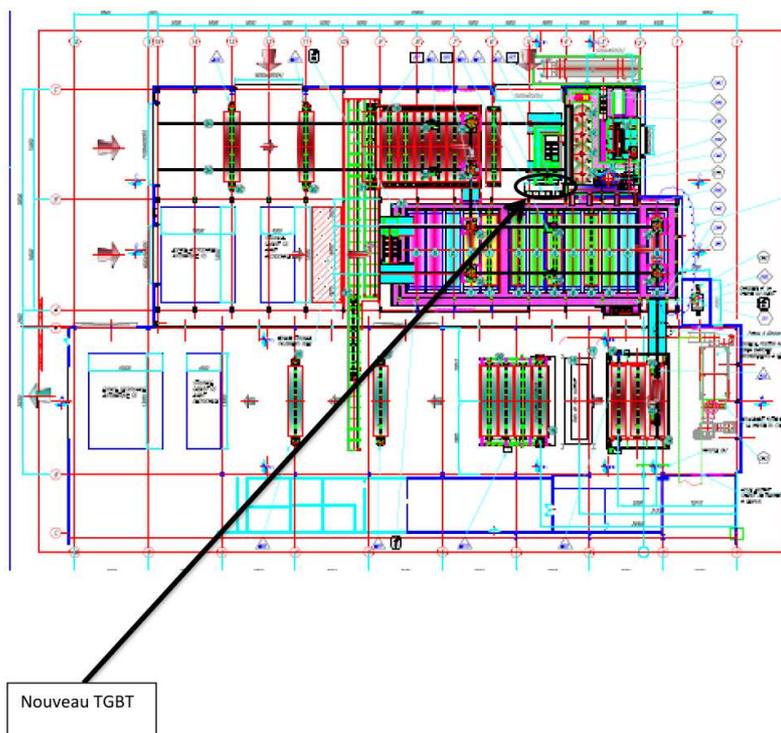
Si uniquement un parafoudre de type I est installé, ils auront les caractéristiques définies en page suivante.

Si des parafoudres de type II sont implantés directement sur les centrales ils auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 253 \text{ V}$
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 1.5 \text{ kV}$.
- Ils seront accompagnés d'un dispositif de déconnexion

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

- Nouveau TGBT dans l'extension,



Le niveau de protection requis par l'ARF est le niveau IV. Le régime de neutre de cette armoire est de l'IT (Tri +N). En fonction de ces éléments nous pouvons dire que :

Les parafoudres de type I auront les caractéristiques suivantes (*) :

- o Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 400 \text{ V}$
- o Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12,5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),

$$\begin{aligned} N_p = IV : I_{imp} &\geq 50 / (n_1+n_2) \\ &\geq 50 / (6) \\ &\geq 8.33 \text{ kA.} \end{aligned}$$

Au vu du nombre de lignes entrantes et sortantes de la structure (4 pour ce bâtiment cf § 7.3.3 + à minima 1 canalisation gaz et 1 canalisation eau de ville) nous avons retenu la valeur minimale imposait par la norme pour le I_{imp} , à savoir 12.5kA.

- o Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 2,5 \text{ kV}$.
- o Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible ou disjoncteur).

- Armoire générale laquage,



Le niveau de protection requis par l'ARF est le niveau IV. Le régime de neutre est du TNC. En fonction de ces éléments nous pouvons dire que :

Les parafoudres auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 253 \text{ V}$
- Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12,5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),

$$\begin{aligned} N_p = IV : I_{imp} &\geq 50 / (n1+n2) \\ &\geq 50 / (6) \\ &\geq 8.33 \text{ kA.} \end{aligned}$$

Au vu du nombre de lignes entrantes et sortantes de la structure (4 pour ce bâtiment cf § 7.3.5 + à minima 1 canalisation gaz et 1 canalisation air comprimé) nous avons retenu la valeur minimale imposait par la norme pour le I_{imp} , à savoir 12.5kA.

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

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

8.2.2.3. Liste des parafoudres de type II à installer (EIPS)

L'ARF a défini la centrale gaz four et la centrale gaz chaufferie comme éléments importants pour la sécurité. Nous avons traité la protection de celles ci au paragraphe précédent.

Néanmoins en cas d'éventuel EIPS supplémentaire, il sera nécessaire de les protéger comme ceci :

Implanter des parafoudres de type II sur l'armoire divisionnaire alimentant l'EIPS ou au plus près de cet équipement si la longueur de câble (entre l'EIPS et l'armoire l'alimentant) excède 10 m conformément à la norme NF C 15-100 et au guide 15-443.

Les parafoudres de type II auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 253 \text{ V}$
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 \text{ kA}$,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 1.5 \text{ kV}$.
- Ils seront accompagnés d'un dispositif de déconnexion

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

8.3. Les Equipements à sécuriser hors cadre de la réglementation

Il est souhaitable de protéger les équipements industriels stratégiques (continuité de service) et possédant une électronique « sensible » (exemple : Automates, serveurs informatiques...) aux effets de courant impulsionnels avec des dispositifs de protection de niveau II.

8.4. 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)

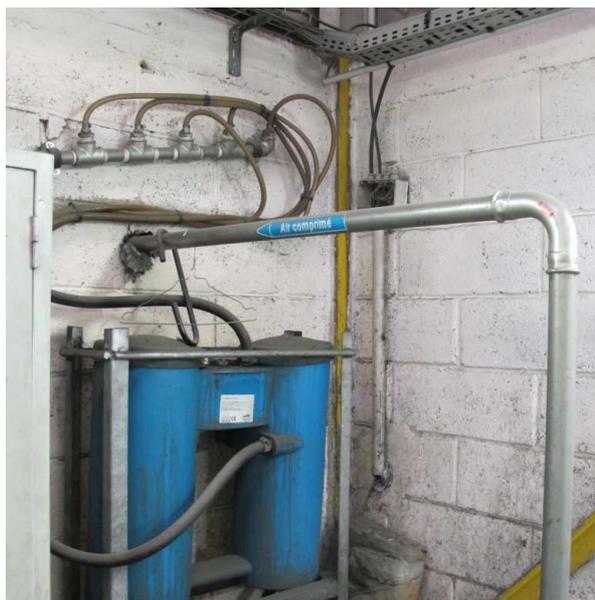
Afin de se prémunir contre l'apparition d'étincelles dangereuses qui pourrait être à l'origine d'un départ de feu, suite à un impact de foudre, l'Exploitant devra s'assurer que l'ensemble des canalisations métalliques entrantes dans le bâtiment sont au même potentiel que le réseau de terre électrique.

Sur le site nous pouvons citer :

Point d'entrée des canalisations gaz et eau de ville en galvanisation :



Point d'entrée des canalisations gaz et air comprimé en laquage :



Point d'entrée des canalisations gaz et eau en fabrication :



De plus nous pouvons citer les équipements suivants :

Ces équipements sont modifiés par l'arrivée de l'extension néanmoins si il sont réemployés... il faudra mener les actions suivantes.

Systeme « NEX AIR » :

Cet équipement est en équipotentialité :



Néanmoins il est nécessaire de parfaire les continuités :



Cheminée four :



Cuve fioul :



Cuves gaz thermolaquage :



Document joint => Equipotentialité (Annexe 6)

8.5. 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



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

8.6. 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.

9. CONTRÔLE PERIODIQUE

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.

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 équipotentielle 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.

10. LA PROTECTION DES PERSONNES

10.1. Détection, enregistrement et mesures de sécurité

10.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement

Actuellement aucun système de détection n'est en place sur le site. 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.

Les installations paratonnerres seront munies de compteur d'impact. L'activité orageuse sera donc enregistrée.

Pour information, un compteur de coups de foudre horodaté permet de :

- comptabiliser le nombre d'impact sur une IEPF,
- pour chaque coup enregistré, d'en indiquer la date, l'heure et le courant de crête.

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.

Il sera nécessaire d'intégrer aux procédures d'exploitation du site des consignes en cas d'alerte orageuse.

Elle stipulera qu'en période orageuse :

- Tous travaux en toiture des bâtiments est interdit,



- Ne pas se trouver à proximité des installations paratonnerres (descentes...),



- Pas d'intervention sur le réseau électrique,



- Pas de manipulation de bouteilles de gaz,



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 disposition: en partie basse des descentes paratonnerres car la probabilité que des personnes se trouvent à proximité de celles ci en période orageuse n'est pas nulle.

11. ANNEXES

Annexe 1 => Plan de masse avec projet

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

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

Annexe 4 => Prises de terre paratonnerre

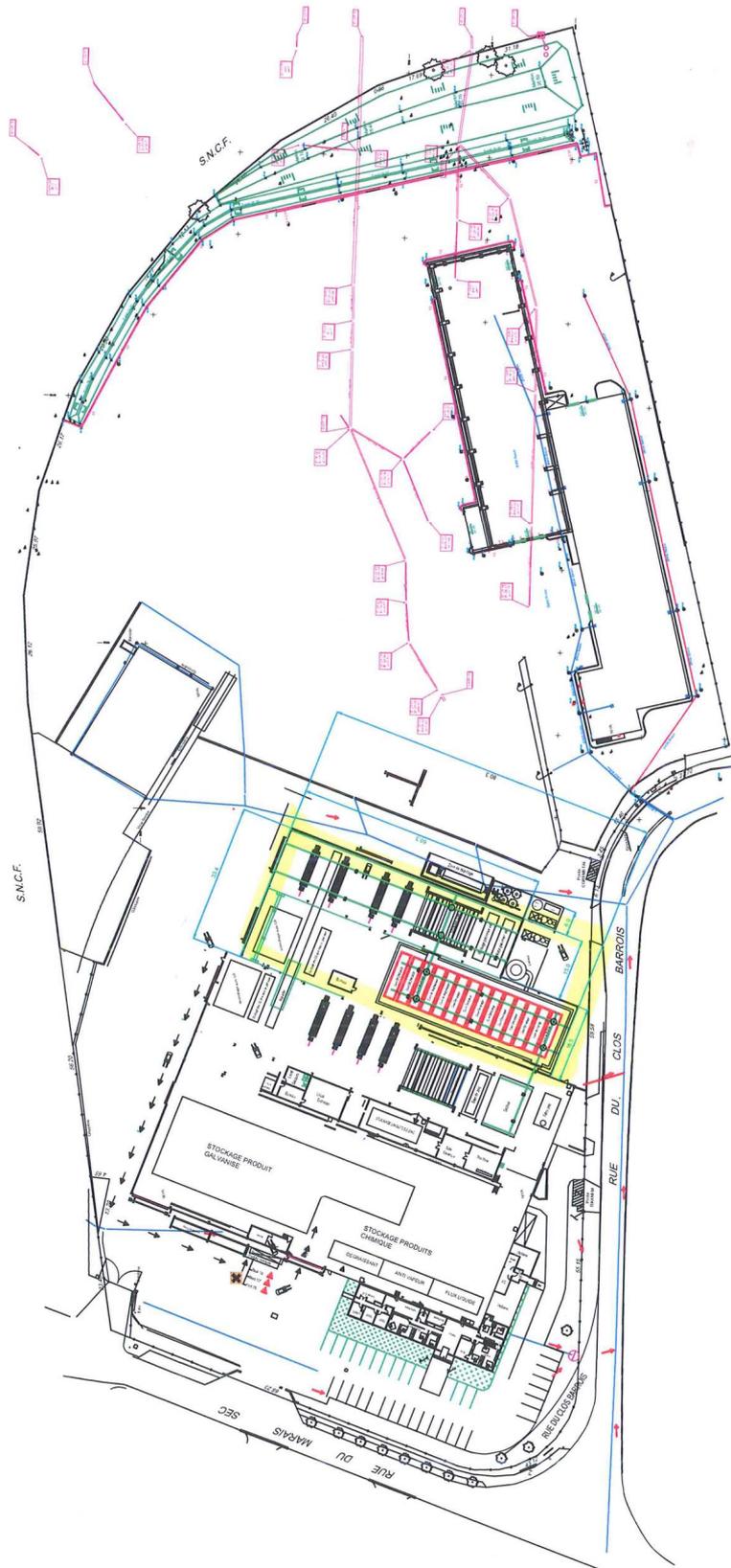
Annexe 5 => Distance de séparation

Annexe 6 => Equipotentialité

Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre

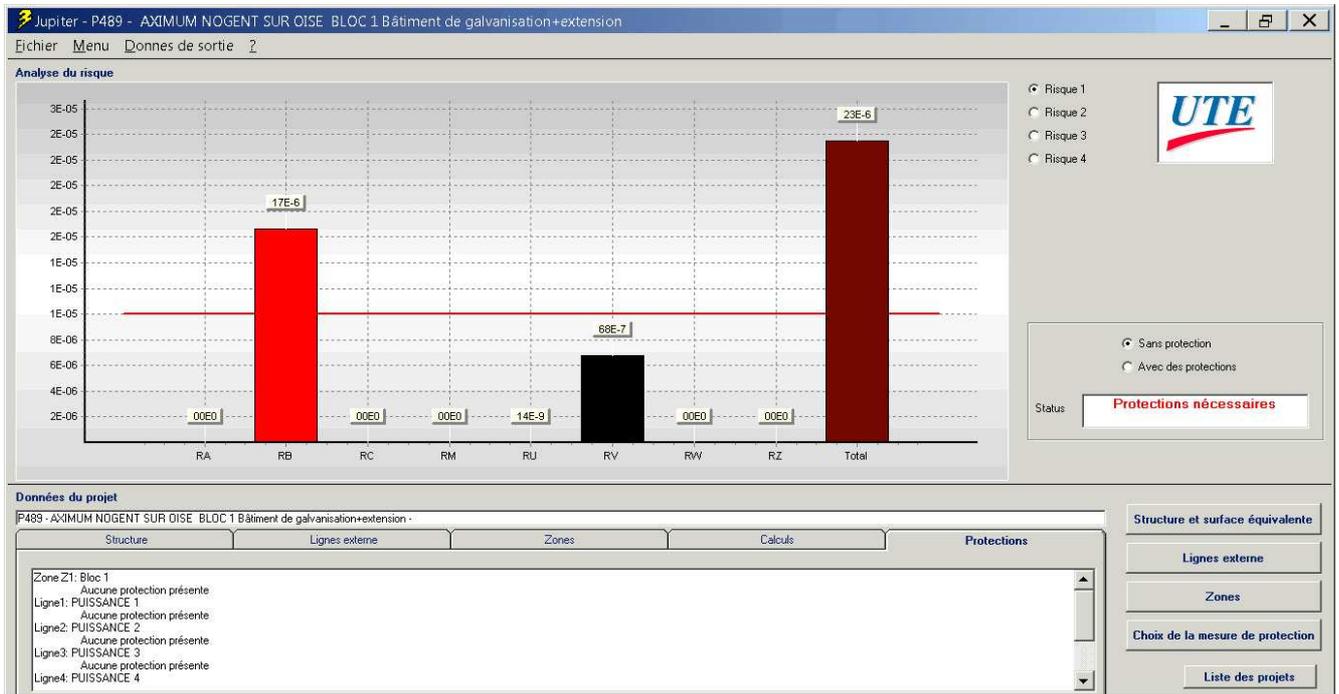
Annexe 8 => Notice de vérification et de maintenance

11.1. Annexe 1 => Plan de masse avec projet

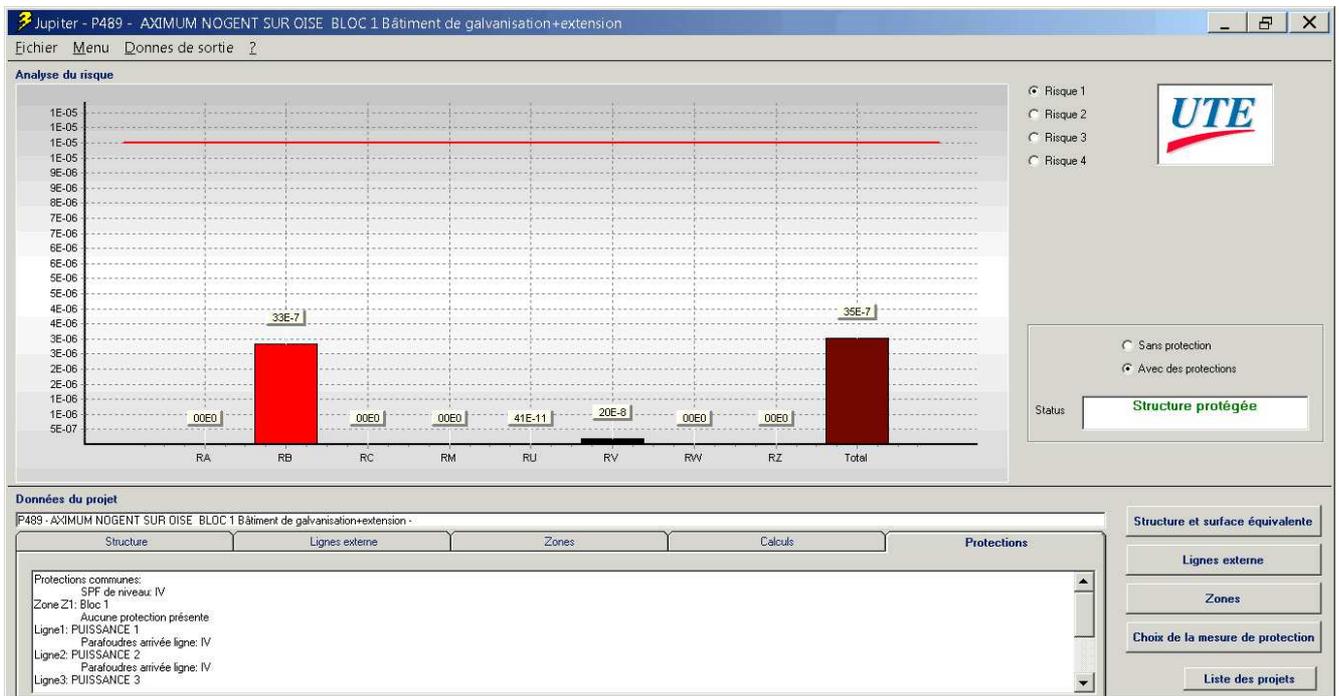


11.2. Annexe 2 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bloc 1 Bâtiment de galvanisation+extension

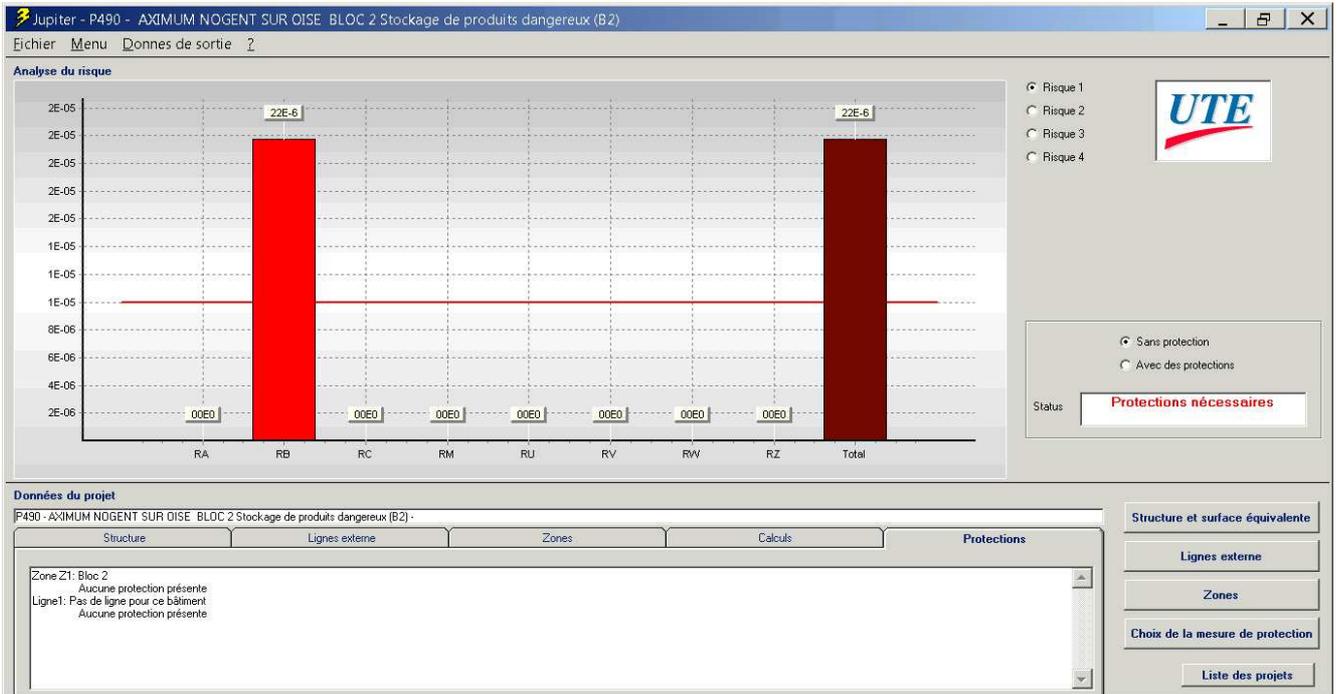


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

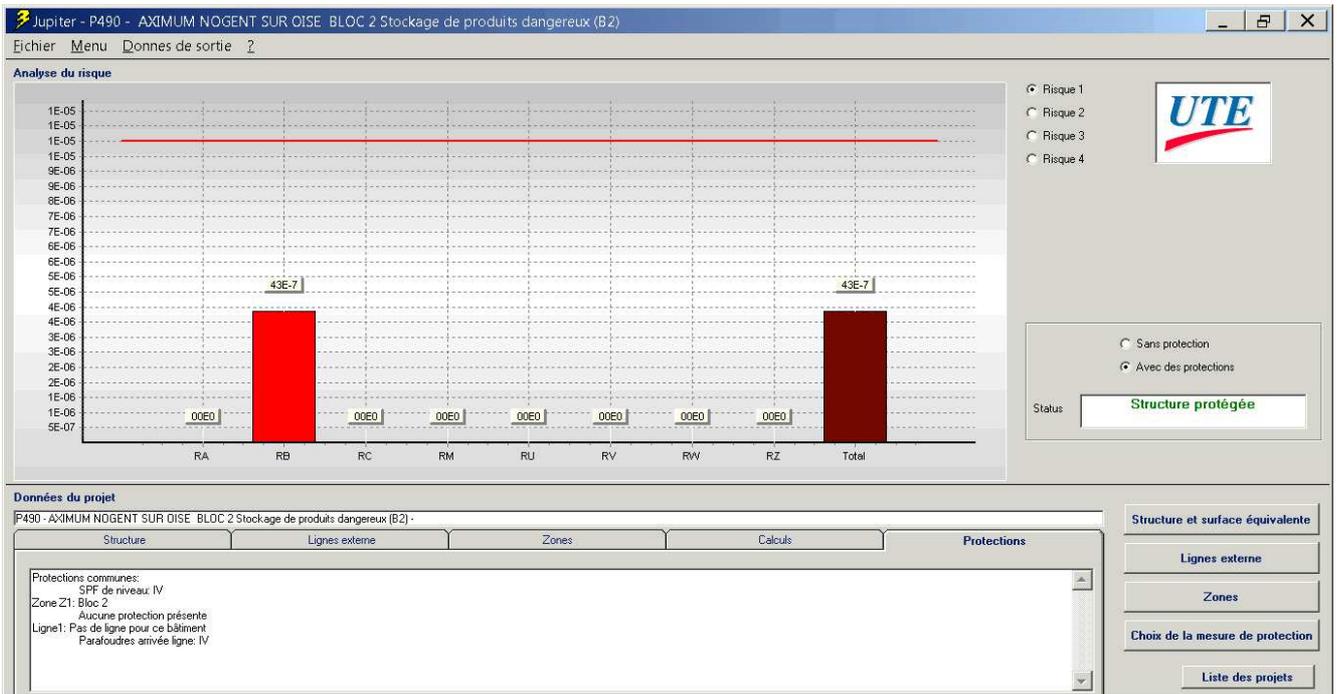


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection IEPF et IIPF Np = IV

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bloc 2 Stockage de produits dangereux (B2)

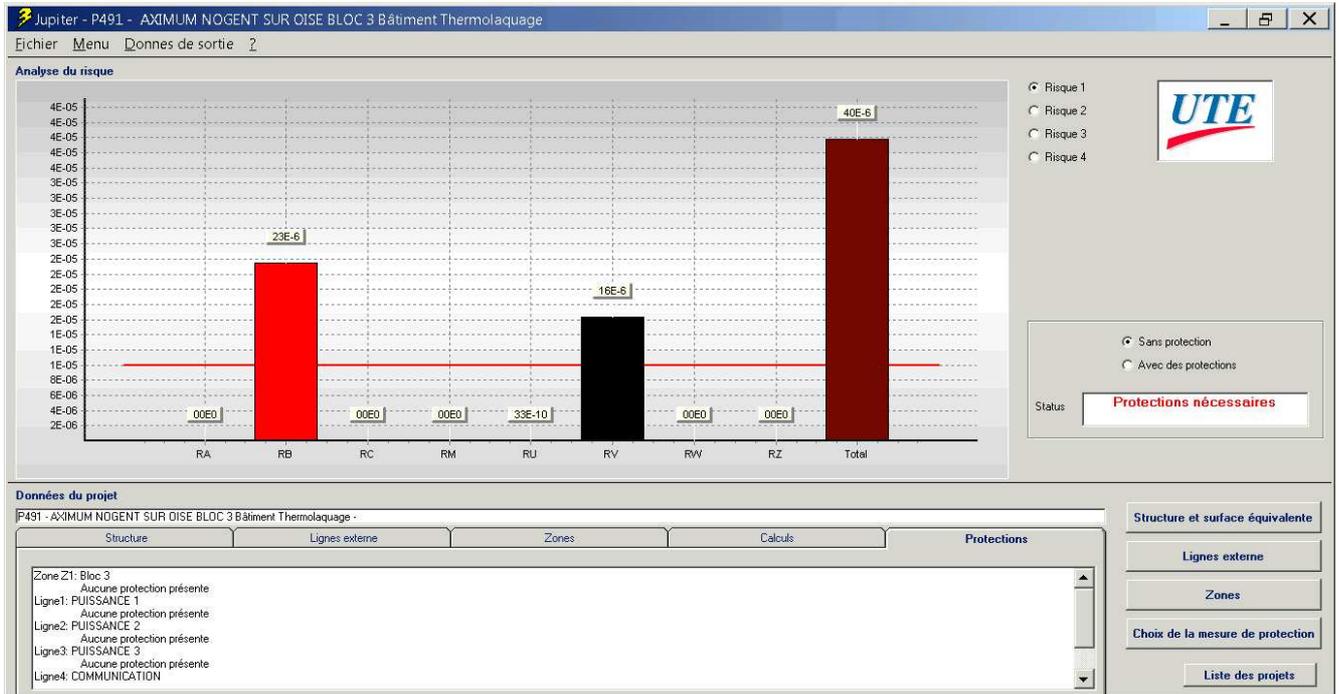


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

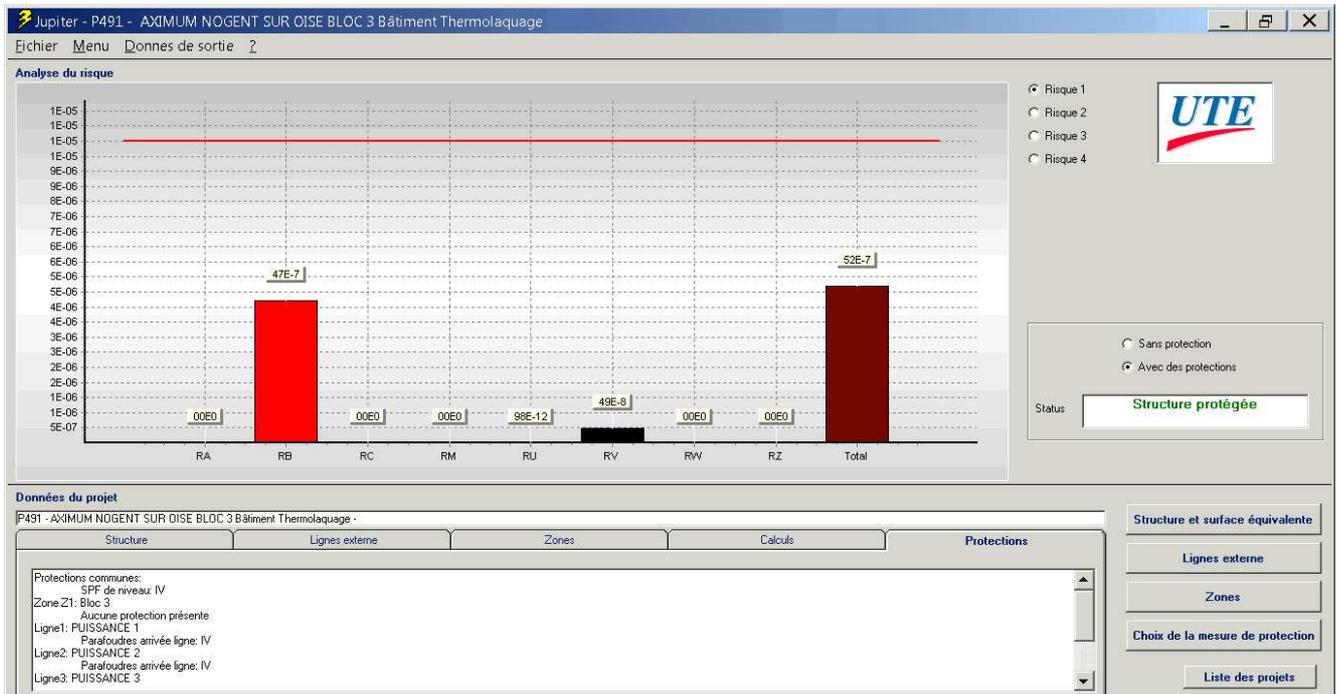


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection IEPF Np = IV

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bloc 3 Bâtiment Thermolaquage

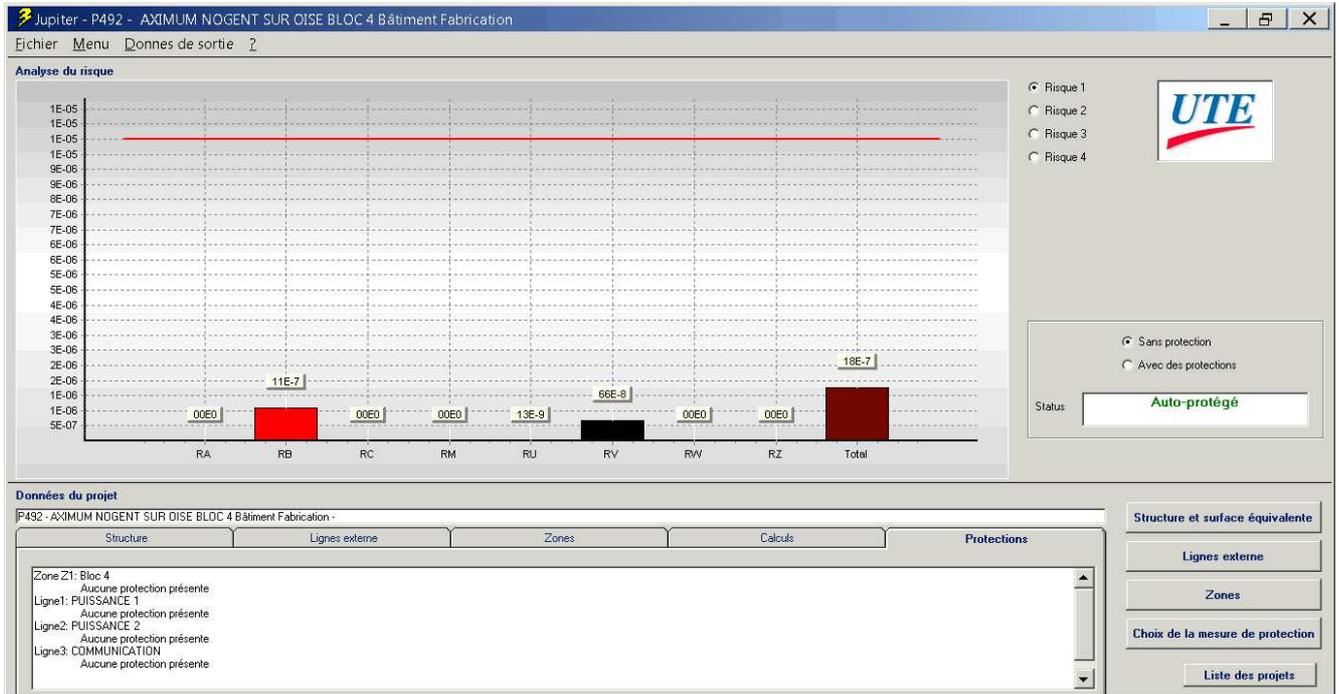


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Avec protection IEPF et IIPF Np = IV

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : Bloc 4 Bâtiment Fabrication



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure ne nécessitant pas de protection

11.3. Annexe 3 => Compte rendu Analyse de Risque (JUPITER)



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: BCM Bureau d'Etude - Contrôle et Maintenance
Adresse: 444 rue Léo Lagrange
Ville: Douai
Code postal: 59500
Pays: Fr
Numéro Qualifoudre : 051166662007
Numéro SIRET: 400 732 681 00012

Client: Aximum - Nogent sur Oise - 60

Description de la structure: Produits de sécurité
Adresse : 6 rue du Marais Sec 60180 Nogent sur Oise

Structure : Bloc 1 bâtiment de galvanisation + extension

- Fréquence de foudroiement
Ng: 2,19
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 100
B (m): 95
H (m): 13,5
Hmax (m): 17,5
Surface (m²): 15224
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE 1

Type: énergie - souterrain avec transformateur HT/BT

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 100

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Arrivée électrique
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne2: PUISSANCE 2

Type: énergie - aérien
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 50
Hauteur au dessus du sol (m): 4
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Ligne électrique pour éclairage extérieur
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne3: PUISSANCE 3

Type: énergie - aérien
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 10
Hauteur au dessus du sol (m): 4
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Ligne électrique pour cuve fioul
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne4: PUISSANCE 4

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 100
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)

Système intérieur: Ligne d'alimentation du nouveau TGBT
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne5: COMMUNICATION

Type: signal - aérien
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 1000
Hauteur au dessus du sol (m): 4
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Arrivée téléphonique générale du bâtiment
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Bloc 1

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: ordinaire
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Arrivée électrique - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 1
Ligne électrique pour éclairage extérieur - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 2
Ligne électrique pour cuve fioul - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 3
Ligne d'alimentation du nouveau TGBT - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 4
Arrivée téléphonique générale du bâtiment - Le système est relié à la ligne: COMMUNICATION

Calculs

Zone Z1: Bloc 1

Nd: 3,33E-02
Nm: 6,31E-01
Pa: 1
Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,2
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-02

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv

R2:

R3:

R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001

R2: Lf: Lo:

R3: Lf:

R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 3,33E-06

R1 (u): 4,08E-10

R1 (v): 2,04E-07

R4 (b): 1,67E-05

Ligne: PUISSANCE 1

Ni: 1,46E-04

Ni: 2,45E-03

Nda: 0,00E+00

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

Pu: 3,00E-02

Pv: 3,00E-02

Pw: 2,00E-01

Pz: 4,00E-01

Valeurs du risque

R1 (u): 4,37E-12

R1 (v): 2,19E-09

R1 (w): 0,00E+00

R1 (z): 0,00E+00

R2 (v): 0,00E+00

R2 (w): 0,00E+00

R2 (z): 0,00E+00

R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 3,33E-04

R4 (m): 6,31E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,09E-08

R4 (w): 2,91E-07

R4 (z): 9,21E-06

Ligne: PUISSANCE 2

Ni: 1,25E-04

Ni: 1,10E-02

Nda: 0,00E+00

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 3,74E-12
R1 (v): 1,87E-09
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 3,33E-04
R4 (m): 6,31E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 9,36E-09
R4 (w): 2,50E-07
R4 (z): 1,08E-04

Ligne: PUISSANCE 3

Ni: 0,00E+00
Ni: 2,19E-03
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 3,33E-04
R4 (m): 6,31E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 0,00E+00
R4 (w): 0,00E+00
R4 (z): 2,19E-05

Ligne: PUISSANCE 4

Ni: 7,28E-04
Ni: 1,22E-02

Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 4,00E-01

Valeurs du risque

R1 (u): 2,19E-11
R1 (v): 1,09E-08
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 3,33E-04
R4 (m): 6,31E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 5,46E-08
R4 (w): 1,46E-06
R4 (z): 4,61E-05

Ligne:COMMUNICATION

Ni: 1,26E-02
Ni: 2,19E-01
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 3,78E-10
R1 (v): 1,89E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 3,33E-04
R4 (m): 6,31E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 9,46E-07
R4 (w): 2,52E-05
R4 (z): 2,06E-03

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :
Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :
 $Ra1 = 0,00001$ pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.

Protections

Protections communes:

SPF de niveau: IV

Zone Z1: Bloc 1

Aucune protection présente

Ligne1: PUISSANCE 1

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne2: PUISSANCE 2

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne3: PUISSANCE 3

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne4: PUISSANCE 4

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne5: COMMUNICATION

Parafoudres arrivée ligne: IV

Conclusions

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.

Structure : Bloc 2 stockage de produit dangereux (B2)

- Fréquence de foudroiement
Ng: 2,19
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 40
B (m): 40
H (m): 4
Hmax (m):
Surface (m²): 1986,19
- Particularité: pas applicable

Lignes externe

Ligne1: Pas de ligne pour ce bâtiment
Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 1
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Ligne fictive
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Bloc 2
Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: élevé
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Ligne fictive - Le système est relié à la ligne: Pas de ligne pour ce bâtiment

Calculs

Zone Z1: Bloc 2
Nd: 4,35E-03
Nm: 5,17E-01
Pa: 1

Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,2
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 4,35E-06
R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R4 (b): 2,17E-05

Ligne: Pas de ligne pour ce bâtiment

Nl: 0,00E+00
Ni: 1,22E-04
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 4,35E-05
R4 (m): 5,17E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 0,00E+00
R4 (w): 0,00E+00
R4 (z): 1,22E-06

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :

Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.

Protections

Protections communes:

SPF de niveau: IV

Zone Z1: Bloc 2

Aucune protection présente

Ligne1: Pas de ligne pour ce bâtiment

Parafoudres arrivée ligne: IV

Conclusions

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.

Structure : Bloc 3 bâtiment de thermolaquage

- Fréquence de foudroiement
Ng: 2,19
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 32
B (m): 26
H (m): 6,5
Hmax (m): 8,5
Surface (m²): 2144,3
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE 1

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 125
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Alimentation électrique de l'armoire générale
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne2: PUISSANCE 2

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 75
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain (10 < h < 20 m)
Système intérieur: Ligne électrique pour éclairage extérieur
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne3: PUISSANCE 3

Type: énergie - souterrain

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 10

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

urbain (10 < h < 20 m)

Système intérieur: Ligne pont bascule

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne4: COMMUNICATION

Type: signal - souterrain

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 125

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

urbain (10 < h < 20 m)

Système intérieur: Ligne téléphonique

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Bloc 3

Dangers particuliers: risque de panique faible

Risque d'incendie: élevé

Protections anti-incendie: manuel

Blindage (ohm/km): absent

Type de sol: béton

Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection

Systèmes intérieurs présents dans la zone:

Alimentation électrique de l'armoire générale - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 1

Ligne électrique pour éclairage extérieur - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 2

Ligne pont bascule - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 3

Ligne téléphonique - Le système est relié à la ligne: COMMUNICATION

Calculs

Zone Z1: Bloc 3

Nd: 4,74E-03
Nm: 4,95E-01
Pa: 1
Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,2
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:
R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 4,70E-06
R1 (u): 9,79E-11
R1 (v): 4,89E-07
R4 (b): 2,35E-05

Ligne: PUISSANCE 1

Ni: 1,29E-03
Ni: 1,53E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 3,87E-11
R1 (v): 1,94E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00

R4 (c): 4,70E-05
R4 (m): 4,90E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 9,69E-07
R4 (w): 2,58E-06
R4 (z): 1,40E-04

Ligne: PUISSANCE 2

Ni: 6,79E-04
Ni: 9,18E-03
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 2,04E-11
R1 (v): 1,02E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 4,70E-05
R4 (m): 4,90E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 5,10E-07
R4 (w): 1,36E-06
R4 (z): 8,50E-05

Ligne: PUISSANCE 3

Ni: 0,00E+00
Ni: 1,22E-03
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 0,00E+00
R1 (v): 0,00E+00
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00

R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 4,70E-05
R4 (m): 4,90E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 0,00E+00
R4 (w): 0,00E+00
R4 (z): 1,22E-05

Ligne:COMMUNICATION

Nl: 1,29E-03
Ni: 1,53E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 2,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 3,87E-11
R1 (v): 1,94E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 4,70E-05
R4 (m): 4,90E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 9,69E-07
R4 (w): 2,58E-06
R4 (z): 1,40E-04

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :

Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1.

Protections

Protections communes:

SPF de niveau: IV

Zone Z1: Bloc 3

Aucune protection présente

Ligne1: PUISSANCE 1

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne2: PUISSANCE 2

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne3: PUISSANCE 3

Parafoudres arrivée ligne: IV

Ligne4: COMMUNICATION

Parafoudres arrivée ligne: IV

Conclusions

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST PROTEGEE CONTRE LA Foudre APRES MISE EN PLACE DES MESURES DE PROTECTION.

Structure : Bloc 4 Bâtiment de fabrication

- Fréquence de foudroiement
Ng: 2,19
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 130
B (m): 50
H (m): 10
Hmax (m): 10,5
Surface (m²): 10063,72
- Particularité: pas applicable

Lignes externes

Ligne1: PUISSANCE 1

Type: énergie - souterrain avec transformateur HT/BT

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 100

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

urbain (10 < h < 20 m)

Système intérieur: Arrivée électrique

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne2: PUISSANCE 2

Type: énergie - souterrain

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 125

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

urbain (10 < h < 20 m)

Système intérieur: Alimentation du bâtiment laquage

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Ligne3: COMMUNICATION

Type: signal - souterrain

Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 1000
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
urbain ($10 < h < 20$ m)
Système intérieur: Arrivée téléphonique
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: Bloc 4

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: faible
Protections anti-incendie: manuel
Blindage (ohm/km): absent
Type de sol: béton
Protections contre les tensions de pas et de contact: pas de protection
Systèmes intérieurs présents dans la zone:
Arrivée électrique - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 1
Alimentation du bâtiment laquage - Le système est relié à la ligne: PUISSANCE 2
Arrivée téléphonique - Le système est relié à la ligne: COMMUNICATION

Calculs

Zone Z1: Bloc 4

Nd: 2,20E-02
Nm: 6,19E-01
Pa: 1
Pb: 1
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,5
h: 2,00E+00
rf: 1,00E-03

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv
R2:
R3:
R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,05 Lo: Lt: 0,0001
R2: Lf: Lo:

R3: Lf:
R4: Lf: 0,5 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque
R1 (b): 1,10E-06
R1 (u): 1,32E-08
R1 (v): 6,60E-07
R4 (b): 5,51E-06

Ligne: PUISSANCE 1

Nl: 1,71E-04
Ni: 2,45E-03
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 4,00E-01

Valeurs du risque
R1 (u): 1,71E-10
R1 (v): 8,57E-09
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 2,20E-04
R4 (m): 6,19E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 4,28E-08
R4 (w): 1,71E-06
R4 (z): 9,11E-06

Ligne: PUISSANCE 2

Nl: 1,16E-03
Ni: 1,53E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque
R1 (u): 1,16E-09
R1 (v): 5,82E-08
R1 (w): 0,00E+00

R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 2,20E-04
R4 (m): 6,19E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 2,91E-07
R4 (w): 1,16E-05
R4 (z): 1,41E-04

Ligne:COMMUNICATION

Nl: 1,19E-02
Ni: 1,22E-01
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 1,00E+00
Pv: 1,00E+00
Pw: 1,00E+00
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 1,19E-08
R1 (v): 5,94E-07
R1 (w): 0,00E+00
R1 (z): 0,00E+00
R2 (v): 0,00E+00
R2 (w): 0,00E+00
R2 (z): 0,00E+00
R3 (v): 0,00E+00
R4 (c): 2,20E-04
R4 (m): 6,19E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 2,97E-06
R4 (w): 1,19E-04
R4 (z): 1,11E-03

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

Perte de vie humaine

La valeur Ra du risque tolérable est :

Ra1 = 0,00001 pour le risque de type 1

Analyse du risque

L'analyse des risques présents dans la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mise en évidence:

Perte de vie humaine

Le risque total R1 n'est pas plus grand que le risque tolérable Ra1; adopter des mesures de protection adéquates pour réduire le risque n'est donc pas nécessaire.

Protections

Zone Z1: Bloc 4

Aucune protection présente

Ligne1: PUISSANCE 1

Aucune protection présente

Ligne2: PUISSANCE 2

Aucune protection présente

Ligne3: COMMUNICATION

Aucune protection présente

Conclusions

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Ra, au sens du guide UTE 17-100-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

SELON LE GUIDE UTE 17-100-2 LA STRUCTURE EST AUTO PROTEGEE CONTRE LA Foudre.

11.4. Annexe 4 => Prises de terre paratonnerre

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 Ω). 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.

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 :

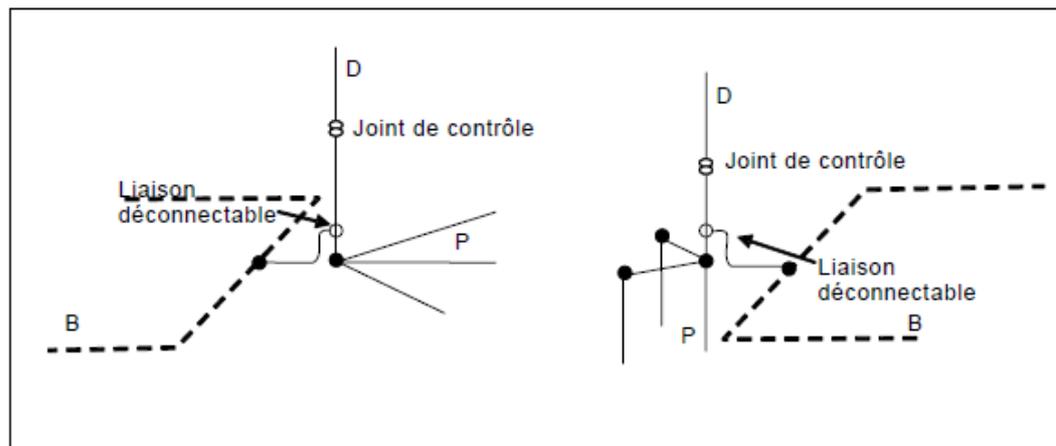
Type A : prise de terre spécifique, divisée en A1 et A2 :

- 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 mm². 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

6.3 Dispositions complémentaires

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10 Ω 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 Ω , 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.

11.5. Annexe 5 => Distance de séparation

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 :

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

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.

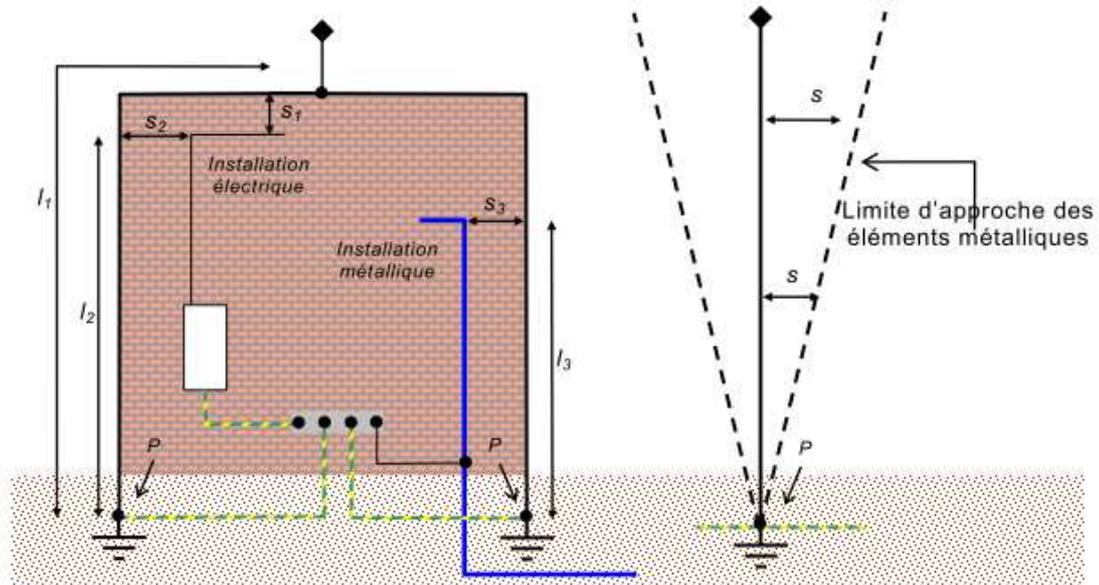


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

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.

11.6. Annexe 6 => Equipotentialité

6 Installation intérieure du système de protection contre la foudre

6.1 Généralités

L'installation intérieure de protection contre la foudre doit empêcher l'apparition d'étincelles dangereuses dans la structure à protéger, dues à l'écoulement du courant dans l'installation extérieure de protection contre la foudre ou dans les éléments conducteurs de la structure.

Les étincelles peuvent apparaître entre, d'une part l'installation extérieure et, d'autre part les composants suivants:

- les installations métalliques;
- les systèmes intérieurs;
- les éléments conducteurs extérieurs et les lignes pénétrant dans la structure.

NOTE 1 Une étincelle apparaissant dans des structures à risque d'explosion est toujours considérée comme dangereuse. Dans ce cas, des mesures complémentaires de protection sont prescrites et sont à l'étude (voir Annexe E).

NOTE 2 Pour la protection contre les surtensions dans les systèmes électriques et électroniques, voir la CEI 62305-4.

Les étincelles dangereuses peuvent être évitées à l'aide:

- d'une équipotentialité conformément à 6.2, ou
- d'une isolation électrique entre éléments conformément à 6.3.

6.2 Liaison équipotentielle de foudre

6.2.1 Généralités

L'équipotentialité est réalisée par l'interconnexion de l'installation extérieure de protection contre la foudre avec:

- l'ossature métallique de la structure,
- les installations métalliques,
- les systèmes intérieurs,
- les éléments conducteurs extérieurs et les lignes connectées à la structure.

Si une équipotentialité de foudre est réalisée pour l'installation intérieure de protection, une partie du courant de foudre peut s'écouler à l'intérieur et cet aspect doit être pris en compte.

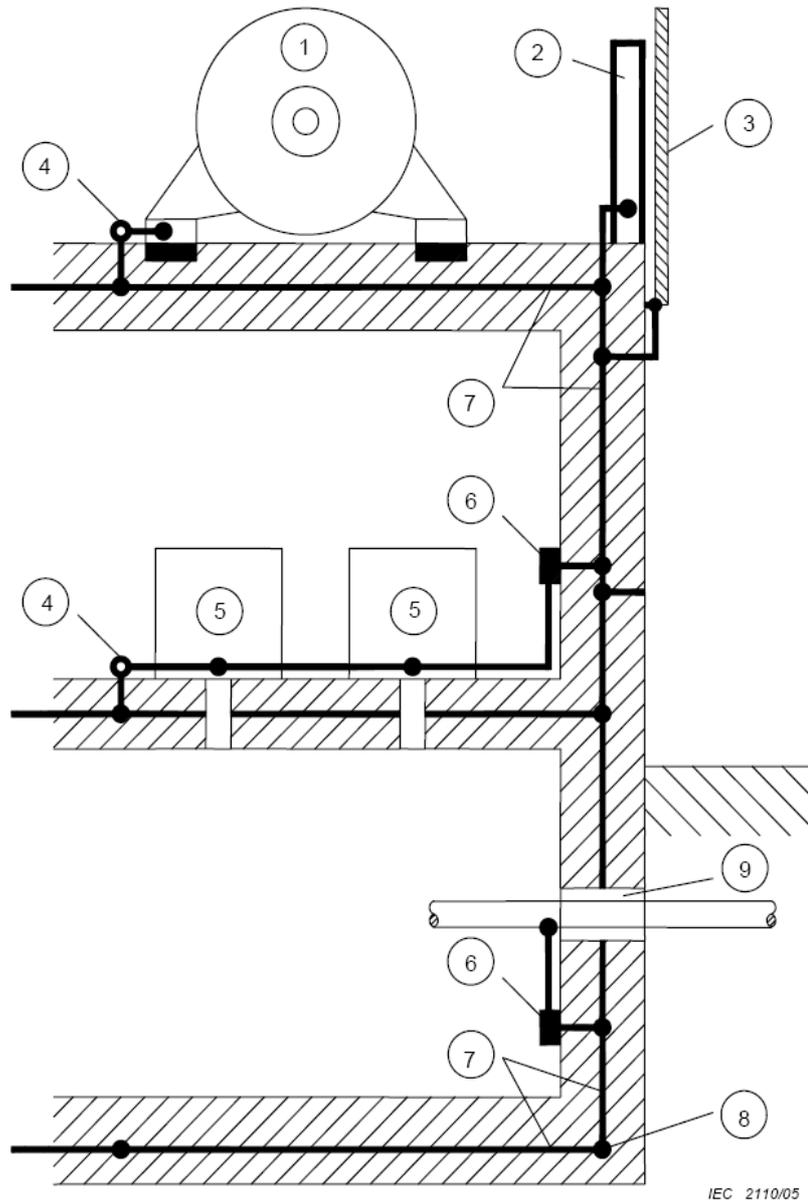
Les moyens d'interconnexion peuvent être:

- les conducteurs d'équipotentialité, si une continuité naturelle n'est pas obtenue;
- les parafoudres, si les conducteurs d'équipotentialité ne sont pas réalisables.

Leur réalisation est importante et doit être concertée avec l'opérateur du réseau de communication, le distributeur du réseau de puissance et d'autres opérateurs ou autorités concernées, du fait d'éventuelles exigences conflictuelles.

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

NOTE Si un système de protection est installé, des parties métalliques extérieures à la structure à protéger peuvent être affectées. Il convient que cela soit pris en compte lors de la conception. Des équipotentialités avec des parties métalliques extérieures peuvent aussi être nécessaires.

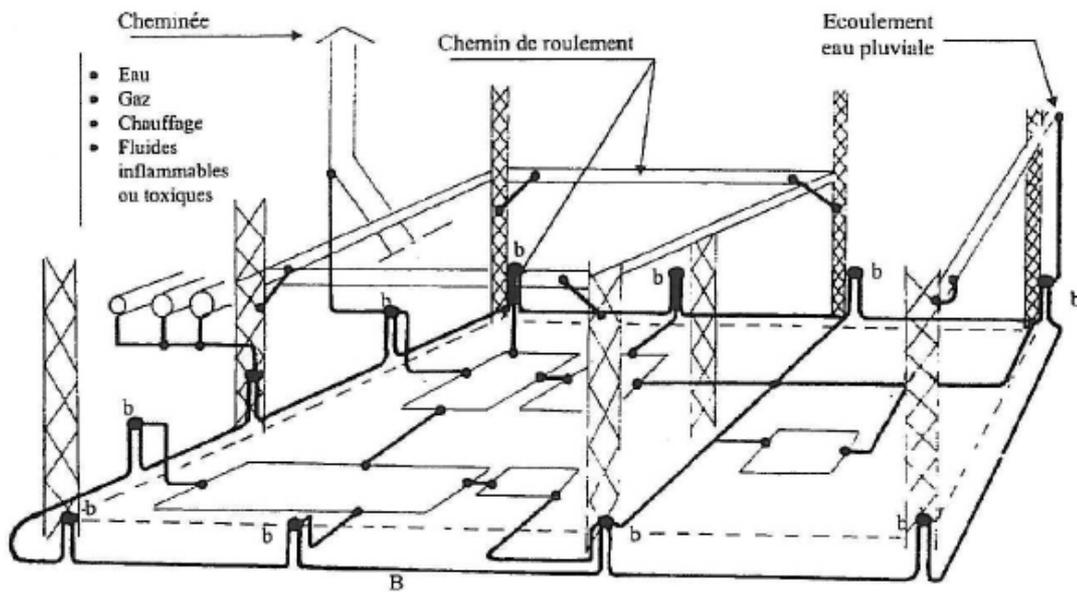


IEC 2110/05

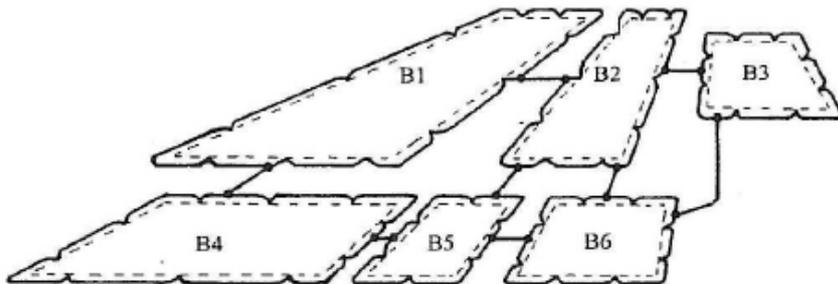
Légende

- 1 Matériel électrique de puissance
- 2 Poutre métallique
- 3 Revêtement métallique de façade
- 4 Borne d'équipotentialité
- 5 Matériel électrique ou électronique

- 6 Barre d'équipotentialité
- 7 Armature acier dans le béton (avec maillage superposé)
- 8 Boucle à fond de fouille
- 9 Point de pénétration commun des divers services

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

11.7. Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre



**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre**

CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Désignation de l'Établissement : _____

Adresse de l'Établissement : _____

Adresse du Siège Social : _____

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est 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.

Modèle QUALIFOUDRE – 09/05 - www.qualifoudre.org

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) :

.....

N° de classification INSEE :

Classement de l'Etablissement(2) { 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'Etablissement :

Inspection {
du {
Travail {
.....

Commission {
de {
Sécurité {
.....

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

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION
.....
.....
.....
.....

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

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - 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

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE RECEPTION	INTITULE DU DOCUMENT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR OU N° QUALIFOUDRE

11.8. Annexe 8 => Notice de vérification et maintenance

1. Liste et localisation des protections contre la foudre

Les IEPF :

BATIMENT GALVANISATION :

- 2 PDA testables de 60 μ s,
- 2 mâts de 5.50 mètres,
- 4 descentes en conducteur normalisé,
- 4 joints de contrôle,
- 4 gaines de protection basse,
- 2 compteurs d'impact,
- 4 prises de terre paratonnerres de type A,
- 4 liaisons équipotentielles terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion,
- 4 affichettes de prévention,
- Distances de séparation : descentes en toiture : 1.20m / descentes en façade : 0.40m

BATIMENT LAQUAGE :

- 1 PDA testable de 40 μ s,
- 1 mât de 5.50 mètres,
- 2 descentes en conducteur normalisé,
- 2 joints de contrôle,
- 2 gaines de protection basse,
- 1 compteur d'impact,
- 2 prises de terre paratonnerres de type A,
- 2 liaisons équipotentielles terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion,
- 2 affichettes de prévention,
- Distances de séparation : descente directe : 0.20m / descente la plus longue : 0.35m

Les IIPF :

- 1 Parafoudre de type I au châssis BT en poste route,
- 1 Parafoudre de type I au nouveau TGBT extension galvanisation,

Caractéristiques :

- $U_c \geq 400V$
- $U_p \leq 2.5kV$
- $I_{imp} \geq 12.5 kA$
- $I_{cc} \text{ parafoudre} > I_{cc} \text{ équipement}$
- 1 dispositif de déconnexion
- Câblage $< 50 \text{ cm}$



- 1 Parafoudre de type I+II au TGBT galvanisation (ou type I seul selon option choisie),

○ Caractéristiques :

- $U_c \geq 400V$
- $U_p \leq 2.5kV$
- $I_n \geq 5 kA$
- $I_{imp} \geq 12.5 kA$
- $I_{cc} \text{ parafoudre} > I_{cc} \text{ équipement}$
- 1 dispositif de déconnexion
- Câblage $< 50 \text{ cm}$



Si des parafoudres de type II sont implantés directement sur les centrales gaz ils auront les caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c \geq 253 V$
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) $I_n \geq 5 kA$,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_n) $U_p \leq 1.5 kV$.
- Ils seront accompagnés d'un dispositif de déconnexion



- 1 Parafoudre de type I au TG laquage,

Caractéristiques :

- $U_c \geq 253V$
- $U_p \leq 2.5kV$
- $I_{imp} \geq 12.5 kA$
- $I_{cc} \text{ parafoudre} > I_{cc} \text{ équipement}$
- 1 dispositif de déconnexion
- Câblage $< 50 \text{ cm}$



- Liaisons équipotentielle canalisations gaz et eau galvanisation,
- Liaisons équipotentielle canalisations gaz et eau fabrication,
- Liaison équipotentielle cheminée four,
- Liaison équipotentielle du système «Next Air» si réemployé,
- Liaison équipotentielle nouvelle cheminée,
- Liaison équipotentielle cuve fioul,
- Liaisons équipotentielle cuves gaz laquage.

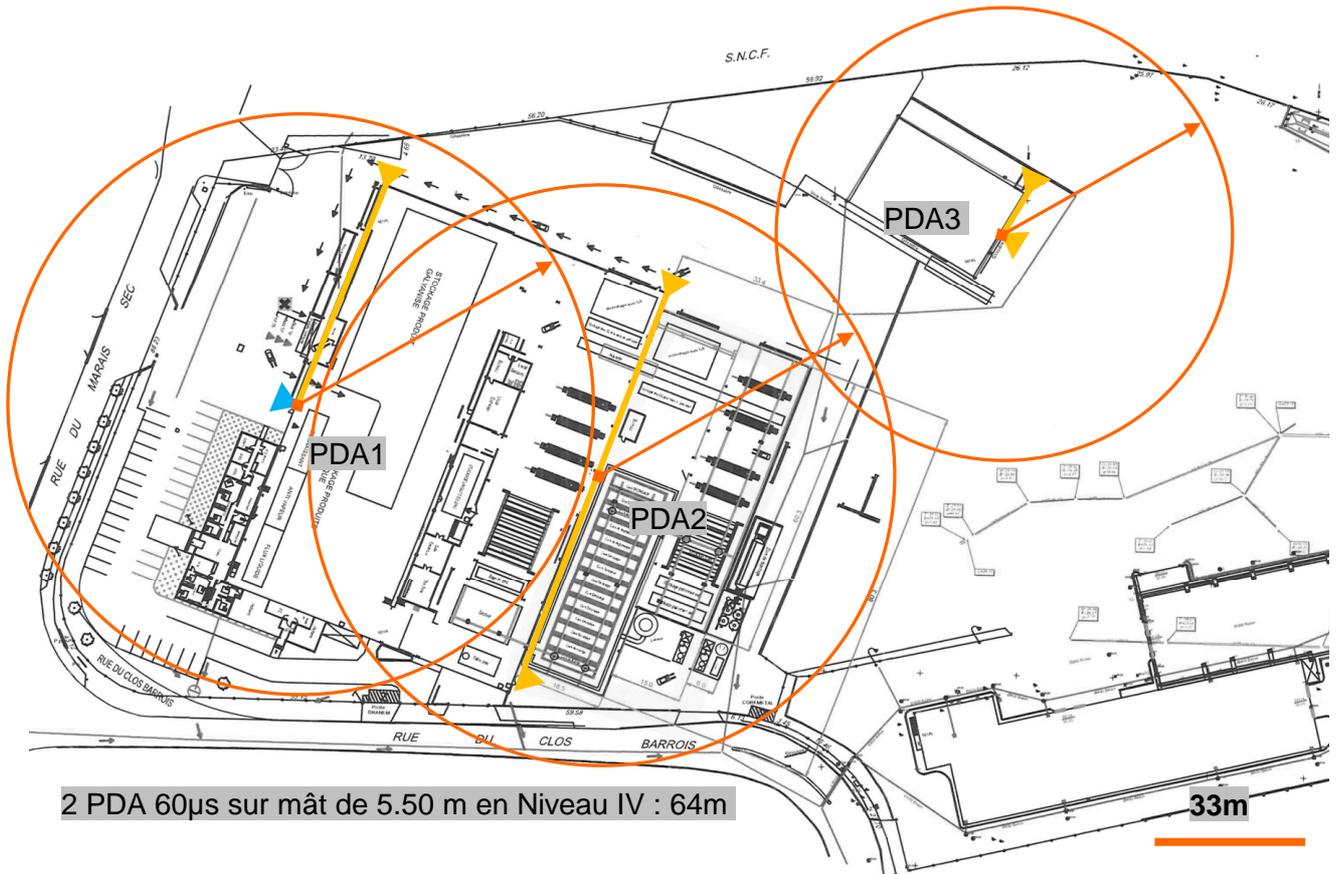


La prévention :

Procédure stipulant l'interdiction en période orageuse, d'accès en toiture des bâtiments, d'intervention sur le réseau électrique, de proximité avec les installations paratonnerres, de dépotage fioul et de manipuler des bouteilles de gaz.

Plan de la protection foudre IEPF

1PDA 40 μ s sur mât de 5.50 m en Niveau IV : 50 m



2 PDA 60 μ s sur mât de 5.50 m en Niveau IV : 64m

33m

- | | | |
|---|---|--|
|  |  | Prise de terre et descente paratonnerre existante |
|  |  | Prises de terre et descentes paratonnerres à créer |

Plan de la protection foudre IIPF



2. Vérification des protections foudre

2.1 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. »

2.2 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 de septembre 2011

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.

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.

a. 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 C 17 102)	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 NF EN 62 561-4)	Fixation, connexion, support	Connexion, continuité		
	Conducteur	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Etat physique incréméntation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
DESCENTE 2 : (NF EN 50164-2 NF EN 62 561-4)	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 incréméntation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
PRISE DE TERRE (NF EN 50164-1 et 2 NF EN 62 561-5)	Réalisation	Type A, type B, nature et section des électrodes,...		
	0 < conservation ≤ 10 Ω	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 :

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^{er} piquet de terre Z situé à une distance d de la prise de terre à mesurer),
- La mesure de tension (2^{ème} piquet Y situé à 62 % de d).

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

b. Les Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (IIPF)

Fiche n°.....

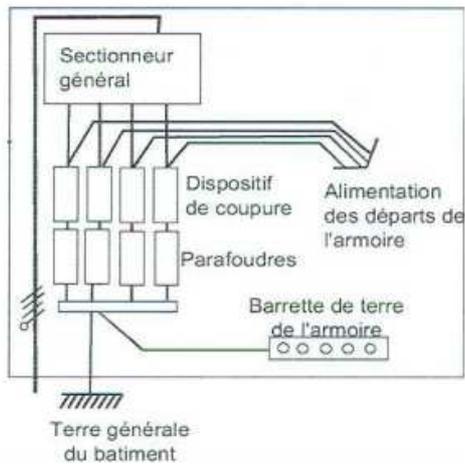
Vérification effectuée le :/...../.....

Par M.....

EQUIPEMENTS PROTEGES :

IMPLANTATION DES PARAFOUDRES :

SCHEMA ELECTRIQUE :



CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES

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

Imax :kA

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| <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 |

INSPECTION VISUELLE :

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

RESULTAT DE LA VERIFICATION

- Installation parafoudres sans défaut

OUI NON

Si non, l'installation présente les défauts suivants :

ACTIONS CORRECTIVES

Fait à : le/...../.....

Signature :