

Analyse Risque Foudre *Etude Technique* **ETS LIOT**



14 Allée d'Argenson
CHATELLERAULT (86)

Rédacteur : D. BOUDY

Date : 10/04/2017

Indelec Sud-Ouest,
Espace de la Gravette, 6 Rue J.B. Perrin 33320 EYSINES – Tél : 05 56 28 55 40 – Fax : 05 56 28 56 01
E-Mail : <mailto:sud-ouest@indelec.com>

Centres techniques à Bordeaux – Douai – Lyon – Paris – Rennes – Strasbourg

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	10/04/17	Réalisation de l'Analyse de Risque Foudre et de l'Etude technique	David Boudy	Bertrand Van Boxesom

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.....	9
5.2.1.	<i>Références réglementaires et normatives.....</i>	9
5.2.2.	<i>Définition de l'Analyse du Risque Foudre.....</i>	9
5.2.3.	<i>Définition de l'Etude Technique.....</i>	10
6.	PRESENTATION DU SITE.....	11
6.1.	CARACTERISTIQUES DU SITE.....	11
6.2.	SITUATION ADMINISTRATIVE.....	12
7.	ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F).....	13
7.1.	DENSITE DE Foudroiement.....	13
7.2.	RESISTIVITE DU SOL.....	13
7.3.	DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION.....	13
7.3.1.	<i>Identification des structures à protéger.....</i>	13
7.3.2.	<i>Identification des risques dus à la foudre.....</i>	15
7.3.3.	<i>Caractérisation du bloc 1 : Zone Tour de Travail/Mélasse/Sécheur.....</i>	16
7.3.4.	<i>Caractérisation du bloc 2 : Zone Cases 1 à 12.....</i>	17
7.3.5.	<i>Caractérisation du bloc 3 : Zone Hall Réception Matières Premières.....</i>	18
7.3.6.	<i>Caractérisation du bloc 4 : Zone Bureaux et Accueil.....</i>	19
7.3.7.	<i>Equipements ou fonctions à protéger.....</i>	20
7.4.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre.....	21
8.	ETUDE TECHNIQUE Foudre.....	22
8.1.	PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF.....	22
8.1.1.	<i>Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F).....</i>	22
8.1.2.	<i>Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F).....</i>	23
8.2.	PRECONISATIONS.....	28
8.2.1.	<i>Synthèse de l'ARF.....</i>	28
8.2.2.	<i>Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF).....</i>	28
8.2.2.1.	<i>Les installations existantes.....</i>	31
8.2.2.2.	<i>Les installations à créer.....</i>	31
8.2.3.	<i>Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF).....</i>	36
8.2.3.1.	<i>Rappel Général.....</i>	36
8.2.3.2.	<i>Liste des Parafoudres existants.....</i>	39
8.2.3.3.	<i>Liste des Parafoudres à installer.....</i>	39
8.2.3.4.	<i>Equipements ou fonctions à protéger.....</i>	40
8.3.	LES EQUIPEMENTS A SECURISER HORS CADRE DE LA REGLEMENTATION.....	40
8.4.	EQUIPOTENTIALITE.....	40
8.5.	OBSERVATIONS.....	41
8.6.	REALISATION : QUALIFICATION ET CERTIFICATION.....	41
8.6.1.	<i>Qualification de l'entreprise.....</i>	41
8.6.2.	<i>La certification.....</i>	41

9	VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre	43
8.7.	VERIFICATION INITIALE.....	43
8.8.	VERIFICATIONS PERIODIQUES	43
8.8.1.	<i>Procédure de Vérification Visuelle</i>	43
8.8.2.	<i>Procédure de Vérification Complète</i>	43
8.8.3.	<i>Rapport de Vérification</i>	44
8.8.4.	<i>Maintenance</i>	44
9.	LA PROTECTION DES PERSONNES.....	45
9.1.	PREVENTION ET ENREGISTREMENT DES IMPACTS	45
9.1.1.	<i>La détection d'orage et l'enregistrement</i>	45
9.1.2.	<i>Les mesures de sécurité</i>	45
9.2.	TENSION DE CONTACT ET DE PAS	46
9.2.1.	<i>Tension de contact</i>	46
9.2.2.	<i>Tension de pas</i>	46
9.2.3.	<i>Préconisations</i>	46
10.	ANNEXES.....	47
10.1.	ANNEXE 1 => PLANS DE MASSE & CARTE DE DENSITE MOYENNE DE POINTS DE CONTACT	48
	PAR AN / KM ² (NSG)	48
10.2.	ANNEXE 2 => VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION	49
10.3.	ANNEXE 3 => COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUE (JUPITER)	54
10.4.	ANNEXE 4 => PRISES DE TERRE PARATONNERRE.....	71
10.5.	ANNEXE 5 => DISTANCE DE SEPARATION	74
10.6.	ANNEXE 6 => EQUIPOTENTIALITE.....	76
10.7.	ANNEXE 7 => CARNET DE BORD QUALIFOUDRE.....	79

Nombre de pages de l'étude : 83 pages

NOTICE DE VERIFICATION ET DE MAINTENANCE

La notice de vérification et de maintenance, située à la toute fin de ce document, comporte son propre sommaire, ainsi que sa propre numérotation de page. Elle peut donc être détachée de l'analyse de risque foudre et de l'étude technique.

Nombre de pages de la notice : 9 pages

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) / Mesure de Maitrise du Risque (MMR) :

Pour être qualifié d'EIPS ou MMR, 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) :

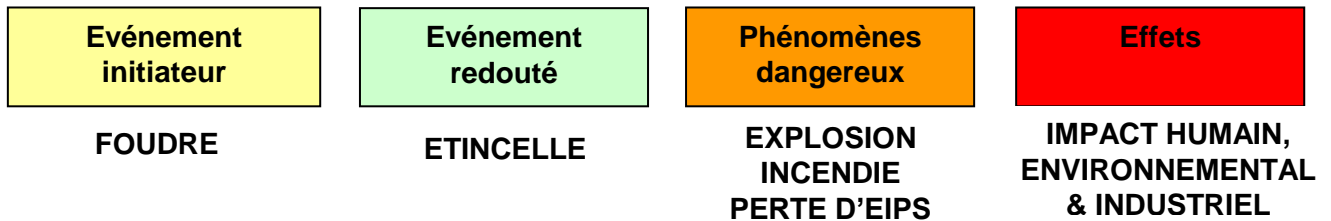
Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

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.



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 se basent sur les documents listés ci-dessous et sur les informations fournies par Monsieur ROBBE.

L'Analyse de Risque Foudre et l'Etude Technique ont également été réalisées après visite sur site par M BOUDY de la société INDELEC.

INSTALLATION CLASSEE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT RAPPORTS

TITRE	AUTEUR	DATE	RÉFÉRENCE	DOCUMENT FOURNI
Etude de Danger	/	Février 2017	Partie 2	■

PLANS

TITRE	DATE	RERERENCE	DOCUMENT FOURNI
Plan de masse	/	/	■
Plans de coupe usine	31/03/2016	P009 et P010	■
Plan hall de réception matières premières	27/04/2016	P011	■
Plans Tour de Travail	31/03/2016	P003/P006/P007 et P008	■

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

* Etude de danger, liste exhaustive des courants forts et courants faibles, plan des réseaux de terre

En l'absence d'étude de dangers nous nous basons sur 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.

Document joint => Plan de masse (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 (Novembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 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.



LA Foudre APPRIVOISÉE

SUD-OUEST

Tel : 05.56.28.55.40

Etude de Protection Foudre
ARF+ET

ETS LIOT

Site de CHATELLERAULT (86)

10/04/2017

Révision 0

Page 10/83

6. PRESENTATION DU SITE

6.1. Caractéristiques du site

- Adresse

Etablissement LIOT

14 Allée d'Argenson
86100 CHATELLERAULT

- Activités

Cette société dirigée par M Pierre LIOT, est spécialisée dans le secteur d'activité de la fabrication d'aliments pour animaux de ferme depuis décembre 1986. Son effectif est compris entre 20 et 49 salariés.

- Implantation géographique



6.2. Situation administrative

Rubrique 2160

Silos et installations de stockage en vrac de céréales, grains, produits alimentaires ou tout produit organique dégageant des poussières inflammables, y compris les stockages sous tente ou structure gonflable.

1. Silos plats :	
a) Si le volume total de stockage est supérieur à 15 000 m ³	(E)
b) Si le volume total de stockage est supérieur à 5 000 m ³ , mais inférieur ou égal à 15 000 m ³	(DC)
2. Autres installations :	
a) Si le volume total de stockage est supérieur à 15 000 m ³	(A-3)
b) Si le volume total de stockage est supérieur à 5 000 m ³ , mais inférieur ou égal à 15 000 m ³	(DC)
Les critères caractérisant les termes silo, silo plat, tente et structure gonflable sont précisés par arrêtés ministériels.	

Rubrique 2260

Broyage, concassage, criblage, déchetage, ensachage, pulvérisation, trituration, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épilage et décortication des substances végétales et de tous produits organiques naturels, y compris la fabrication d'aliments composés pour animaux, mais à l'exclusion des activités visées par [les rubriques 2220, 2221, 2225, 2226](#).

1. Traitement et transformation destinés à la fabrication de produits alimentaires d'une capacité de production de produits finis supérieure à 300 t/j	(A-3)
2. Autres installations que celles visées au 1 :	
a) La puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation étant supérieure à 500 kW	(A-2)
b) La puissance installée de l'ensemble des machines fixes concourant au fonctionnement de l'installation étant supérieure à 100 kW mais inférieure ou égale à 500 kW	(D)

Rubrique 2910

Combustion à l'exclusion des installations visées par [les rubriques 2770, 2771 et 2971](#). A. Lorsque l'installation consomme exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse telle que définie au a ou au b (i) ou au b (iv) de la définition de biomasse, des produits connexes de scierie issus du b (v) de la définition de biomasse ou lorsque la biomasse est issue de déchets au sens de [l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement](#), à l'exclusion des installations visées par d'autres rubriques de la nomenclature pour lesquelles la combustion participe à la fusion, la cuisson ou au traitement, en mélange avec les gaz de combustion, des matières entrantes, si la puissance thermique nominale de l'installation est :

1. Supérieure ou égale à 20 MW	(A-3)
2. Supérieure à 2 MW, mais inférieure à 20 MW	(DC)
B. Lorsque les produits consommés seuls ou en mélange sont différents de ceux visés en A et C ou sont de la biomasse telle que définie au b (ii) ou au b (iii) ou au b (v) de la définition de biomasse, et si la puissance thermique nominale de l'installation est :	
1. Supérieure ou égale à 20 MW	(A-3)
2. Supérieure à 0,1 MW mais inférieure à 20 MW :	
a) En cas d'utilisation de biomasse telle que définie au b (ii) ou au b (iii) ou au b (v) de la définition de biomasse, ou de biogaz autre que celui visé en 2910-C, ou de produit autre que biomasse issu de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement	(E)
b) Dans les autres cas	(A-3)
C. Lorsque l'installation consomme exclusivement du biogaz provenant d'installation classée sous la rubrique 2781-1 et si la puissance thermique nominale de l'installation est supérieure à 0,1 MW :	
1. Lorsque le biogaz est produit par une installation soumise à autorisation ou par plusieurs installations classées au titre de la rubrique 2781-1	(A-3)
2. Lorsque le biogaz est produit par une seule installation soumise à enregistrement au titre de la rubrique 2781-1	(E)
3. Lorsque le biogaz est produit par une seule installation, soumise à déclaration au titre de la rubrique 2781-1	(DC)



LA Foudre Apprivoisée

SUD-OUEST

Tel : 05.56.28.55.40

Etude de Protection Foudre
ARF+ET

ETS LIOT

Site de CHATELLERAULT (86)

10/04/2017

Révision 0

Page 12/83

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

7.1. Densité de foudroiemment

La densité qui est prise en compte dans cette étude correspond au nombre d'impacts par an au Km² sur le site. Cette valeur nous est fournie par Météorage.

Densité de foudroiemment sur le site Nsg = 1.4

Document joint => Carte de densité de foudroiemment (Annexe 1)

7.2. Résistivité du sol

En application de la norme NF EN 62-305-2, nous retiendrons la valeur par défaut soit 500 Ω m. En effet la mesure de cette résistivité n'est pas comprise dans notre prestation et l'exploitant n'a pas pu nous fournir cette valeur.

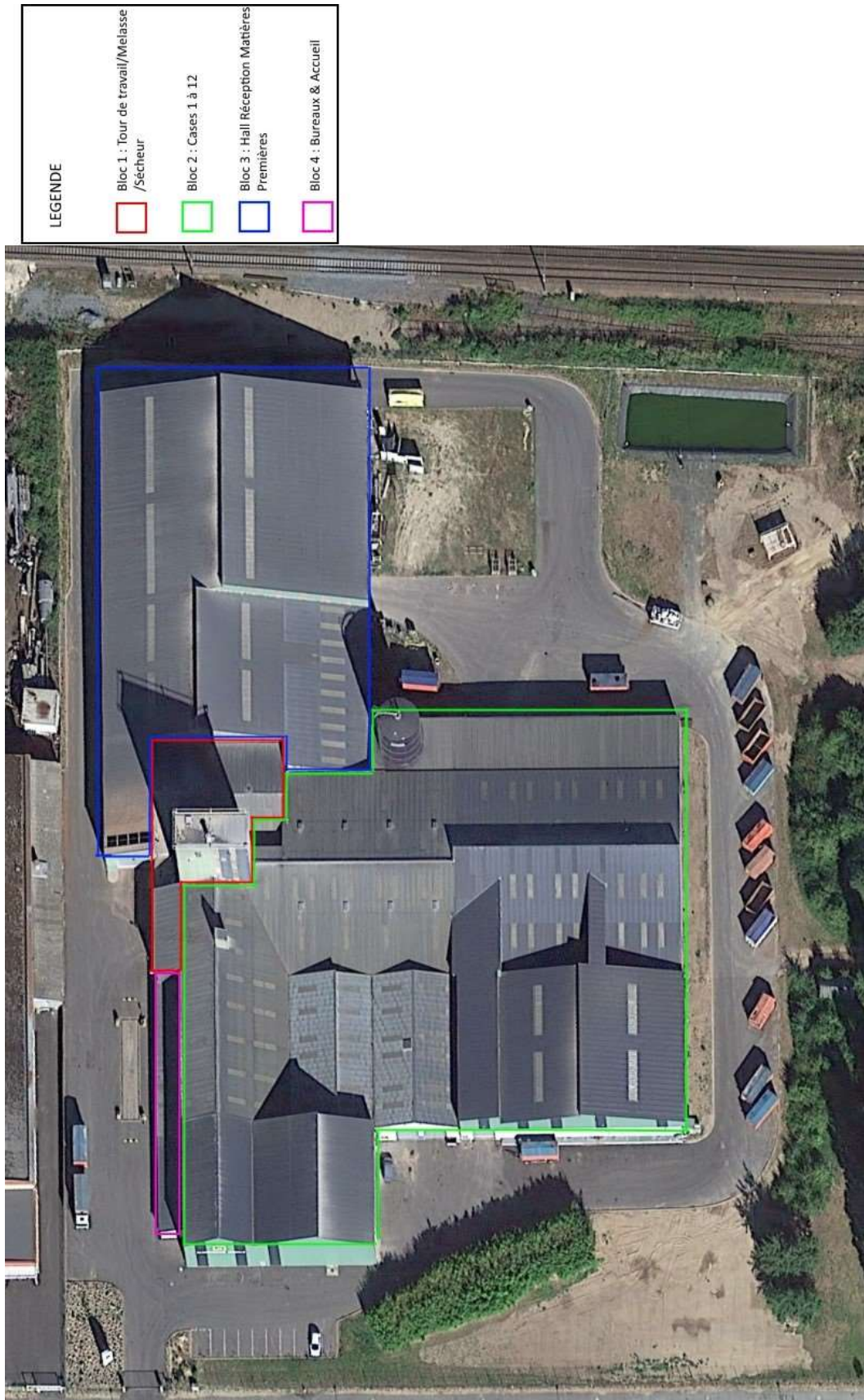
7.3. Détermination des niveaux de protection

7.3.1. Identification des structures à protéger

Le site sera étudié en 4 blocs. Nous avons définis les blocs en fonction de la position géographique des unités et de leur activité respective.

- Bloc 1 : ZONE TOUR DE TRAVAIL/MELASSE/SECHEUR
- Bloc 2 : ZONE CASES 1 A 12
- Bloc 3 : ZONE HALL RECEPTION MATIERES PREMIERES
- Bloc 4 : ZONE BUREAUX ET ACCUEIL

DELIMITATION DES ZONES / BLOCS



7.3.2. Identification des risques dus à la foudre

Le client nous a fourni l'étude des dangers du site.

Nos conclusions vis à vis de la foudre :

Risque d'incendie :

La foudre peut être initiatrice d'un incendie. Certaines unités étudiées présentent un risque incendie élevé telles que la zone Tour de Fabrication du bloc 1 ou la zone hall de réception du bloc 3.

Dans le bloc 1, le risque incendie est qualifié de faible dans la zone Mélasse et pour le bloc 2, zone des cases 1 à 12, il est considéré comme ordinaire.

Risque de pollution de l'environnement :

Les produits ne représentent pas un risque pour l'environnement.

Risque d'explosion :

Il n'y a pas de zones ATEX présentes sur le bloc 1 & le bloc 2.

Risque de panique de personne :

Moins de 10 personnes peuvent être présentes au maximum sur le site en simultané. Elles sont réparties sur l'ensemble du site de grande superficie qui ne présente pas de difficultés d'évacuation. Nous retiendrons donc un risque de panique faible au titre de la norme NF EN 62305-2.

Situation relative :

Le site est implanté dans une petite zone rurale (zone d'activité). Les bâtiments sont donc entourés par d'autres structures plus petites ou de même hauteur.

Moyens d'extinction incendie :

Extincteurs, répartis sur l'ensemble du site. Ces moyens d'extinctions sont manuels. RIA présent sur le site dans les blocs 1 à 3 regroupant les zones suivantes : Tour de Travail, Mélasse, sécheur, cases 1 à 12 et la zone Hall réception Matières Premières.

7.3.3. Caractérisation du bloc 1 : Zone Tour de Travail/Mélasse/Sécheur

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 : 20	Largeur : 6	Hauteur : 26	Hmax : /
<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"/> Bardage simple ou double peau	<input type="checkbox"/> Briques	<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"/> Bac acier : Simple ou Double peau			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Autre :	
<u>Réseau de terre</u>	Fond de fouille non visible			

Description des lignes

Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement	TGBT		
HT/BT...	BT		
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	Transfo		
Longueur de la connexion	100 m (mesure estimative)		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

Risques

→ risque de panique faible	Nombre de personnes : Moins de 10 personnes		
Système d'extinction :	<input checked="" type="checkbox"/> Extincteurs	<input checked="" type="checkbox"/> RIA	<input type="checkbox"/> Sprinklage
Risque d'incendie :	<input checked="" type="checkbox"/> Faible (Mélasse)	<input type="checkbox"/> Ordinaire	<input checked="" type="checkbox"/> Élevé (Tour fabrication)

7.3.4. Caractérisation du bloc 2 : Zone Cases 1 à 12

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 : 95	Largeur : 95	Hauteur : 15	Hmax : /
<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 type="checkbox"/> Bardage Simple ou double peau	<input type="checkbox"/> Briques	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input checked="" type="checkbox"/> Autre :
<u>Toiture</u>	<input type="checkbox"/> Bac acier Simple ou Double peau			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input checked="" type="checkbox"/> Autre :	
<u>Réseau de terre</u>	Fond de fouille non vérifiable			

Description des lignes

<i>Lignes</i>	1	2	3
Nom de l'équipement	TD VRAC		
HT/BT...	BT		
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	TGBT		
Longueur de la connexion	60 m (mesure estimative)		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

Risques

→ risque de panique faible	
Nombre de personnes : Moins de 10 personnes	
Système d'extinction :	<input type="checkbox"/> Extincteurs <input type="checkbox"/> RIA <input checked="" type="checkbox"/> Sprinklage <input checked="" type="checkbox"/> Autre :
Risque d'incendie :	<input type="checkbox"/> Faible Ordinaire <input type="checkbox"/> Élevé

7.3.5. Caractérisation du bloc 3 : Zone Hall Réception Matières Premières

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 : 82	Largeur : 48	Hauteur : 15	Hmax : /
<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"/> Bardage Simple ou double peau	<input type="checkbox"/> Briques	<input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input checked="" type="checkbox"/> Autre :
<u>Toiture</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Bac acier Simple ou Double peau			
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	<input type="checkbox"/> Autre :	
<u>Réseau de terre</u>	Fond de fouille non vérifiable			

Description des lignes

<i>Lignes</i>	1	2	3
Nom de l'équipement	ALIM LUMINAIRE		
HT/BT...	BT		
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	TGBT		
Longueur de la connexion	50 m (mesure estimative)		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

Risques

→ risque de panique faible			
Nombre de personnes : Moins de 10 personnes			
Système d'extinction :	<input checked="" type="checkbox"/> Extincteurs	<input checked="" type="checkbox"/> RIA	
	<input type="checkbox"/> Sprinklage	<input type="checkbox"/> Autre :	
Risque d'incendie :	<input type="checkbox"/> Faible	Ordinaire	<input type="checkbox"/> Élevé

7.3.6. Caractérisation du bloc 4 : Zone Bureaux et Accueil

Description de la structure



<u>Activité</u>	<input type="checkbox"/> Industriel	<input checked="" type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :
<u>Dimensions</u> (m)	Longueur : 45	Largeur : 5	Hauteur : / Hmax : /
<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 type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autre :
<u>Façade</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Bardage Simple ou double peau	<input type="checkbox"/> Briques <input type="checkbox"/> Autre :
<u>Charpente</u>	<input type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois <input checked="" type="checkbox"/> Autre :
<u>Toiture</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Bac acier Simple ou Double peau		
	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Fibro-ciment	Autre :
<u>Réseau de terre</u>	Fond de fouille non vérifiable		

Description des lignes

Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement	TD BUREAUX		
HT/BT...	BT		
Nom du bâtiment connecté à cette ligne	TGBT		
Longueur de la connexion	30 m (mesure estimative)		
Aérien/Souterrain	Souterrain		

Risques

→ risque de panique faible	
Nombre de personnes : Moins de 10 personnes	
Système d'extinction :	<input type="checkbox"/> Extincteurs <input type="checkbox"/> RIA <input checked="" type="checkbox"/> Sprinklage <input type="checkbox"/> Autre : <input type="checkbox"/>
Risque d'incendie :	Faible <input type="checkbox"/> Ordinaire <input type="checkbox"/> Élevé <input type="checkbox"/>

7.3.7. Equipements ou fonctions à protéger

En fonction des informations reçues, le site ne possède pas d'**EIPS** (Equipement Important pour la Sécurité) avec des éléments importants pour la sécurité (pas d'étude de dangers).

Une liste pourra être établie 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 : Tour de Travail/Mélasse/Sécheur	Protection de niveau III sur la structure	Protection niveau III Protection sur les lignes puissance
Bloc 2 : Cases 1 à 12	Protection de niveau IV sur la structure	Protection niveau IV Protection sur les lignes puissance
Bloc 3 : Hall Réception Matières Premières	Protection de niveau III sur la structure	Protection niveau III Protection sur les lignes puissance
Bloc 4 : Bureaux et Accueil	Structure auto-protégée	/

EQUIPOTENTIALITE et / ou MISE A LA TERRE (APPROCHE DETERMINISTE)

- Canalisations métalliques
- Cuves métalliques (Brisures de céréales, cuve mélasse...)
- Bardage métallique, bac acier et structure métallique.
- Pont Bascule
- Extracteurs en toiture...

EQUIPEMENTS ou FONCTIONS A PROTEGER

Pas d'équipements / fonctions à protéger.

PREVENTION

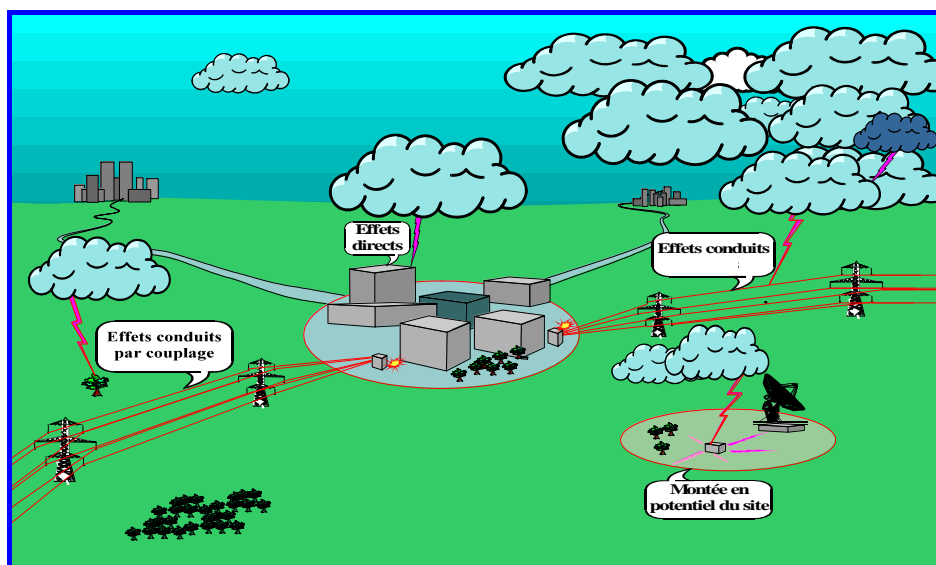
Mise en place d'un système de prévention de situation orageuse à intégrer dans les procédures d'exploitation du site (interdire en période orageuse le travail en toiture des bâtiments, la proximité des installations paratonnerres, l'intervention sur le réseau électrique et les dépotages).

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 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.

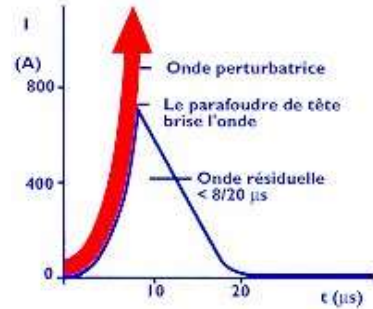
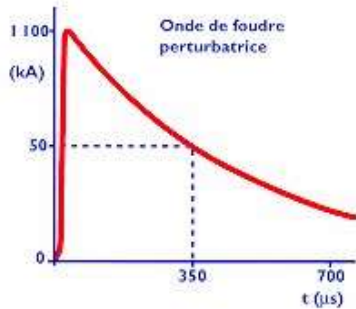
En cas d'incendie ou d'accident, nous vous conseillons un système d'alerte entre la société LIOT et les services concernés via téléphone portable (à valider dans le POI de l'entreprise).

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 foudrolement (N_g) Niveau céramique (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).

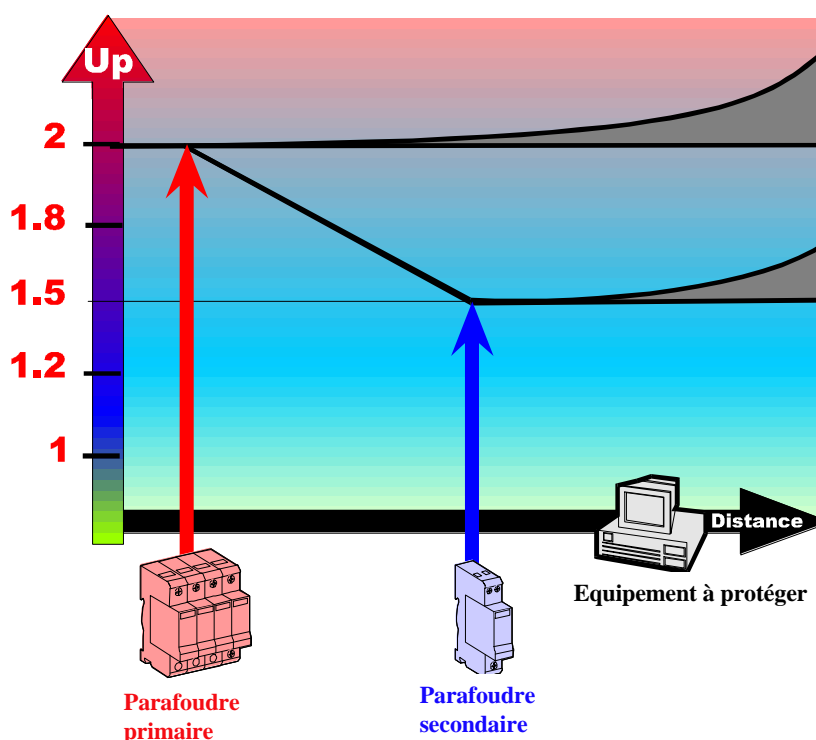
Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

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).

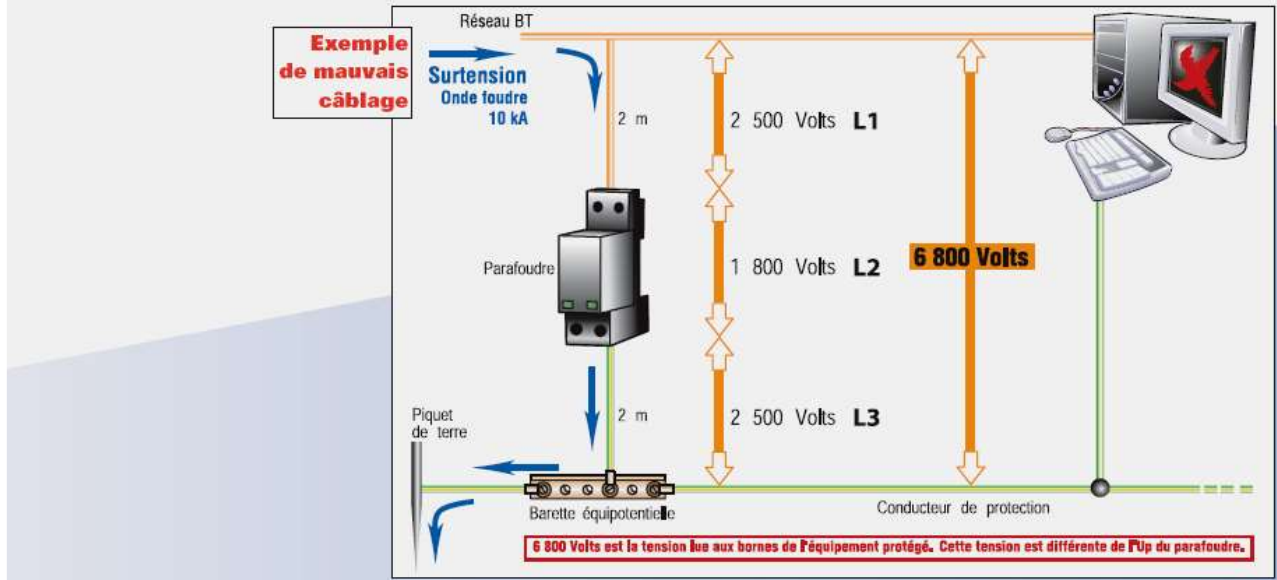
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court circuit (Icc).

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.

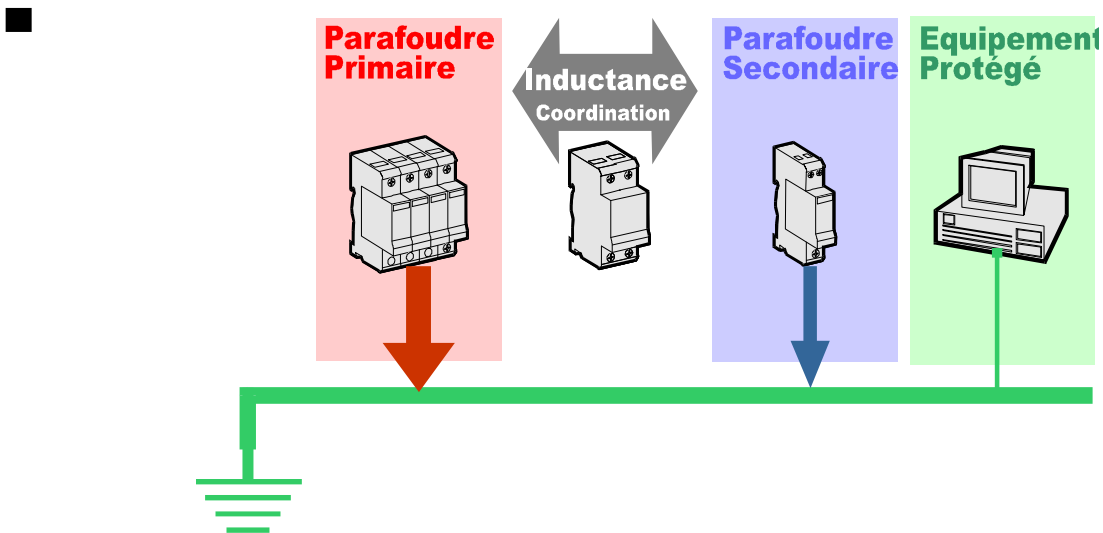
En cas d'impossibilité :

- 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.

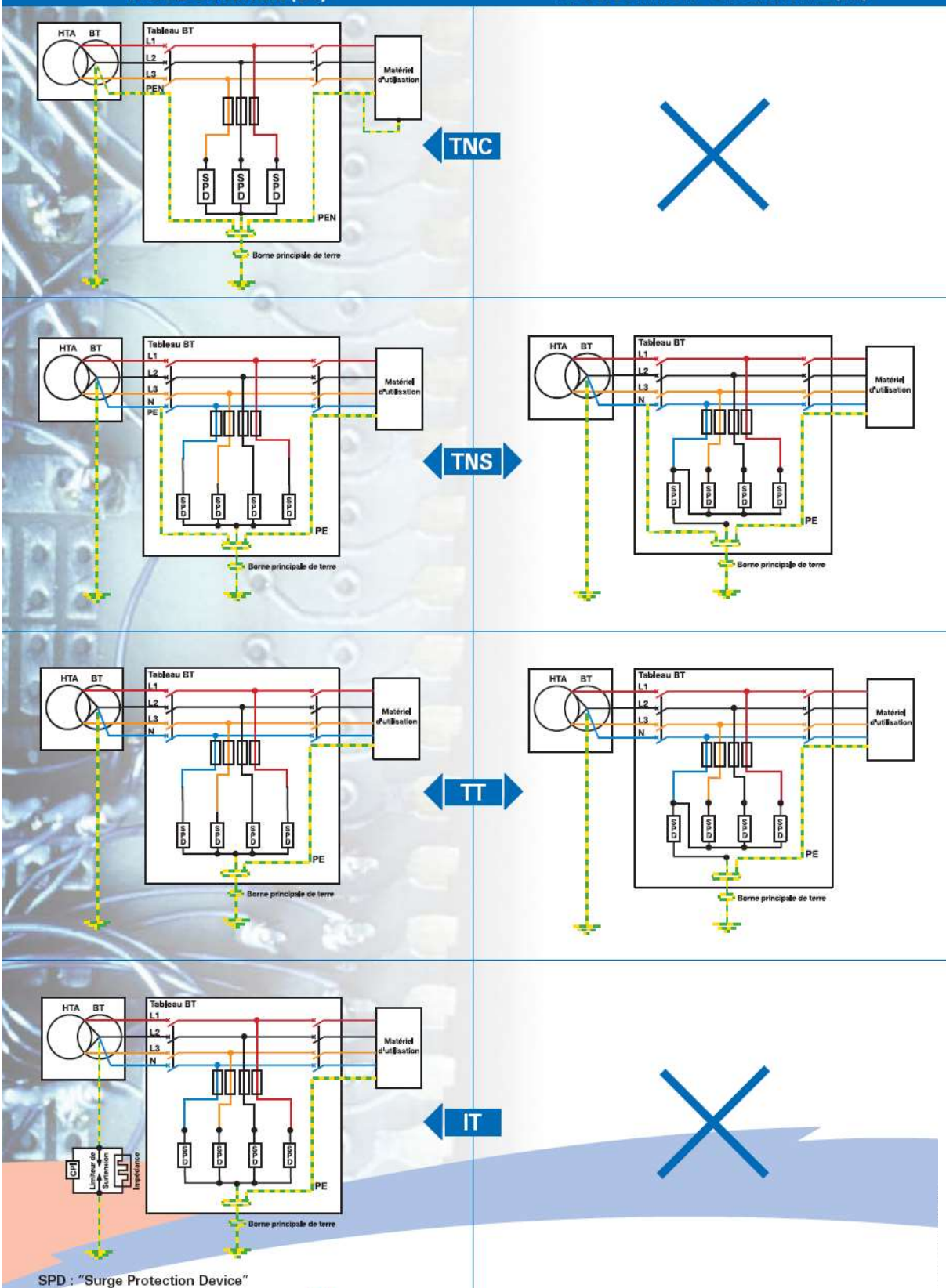
Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

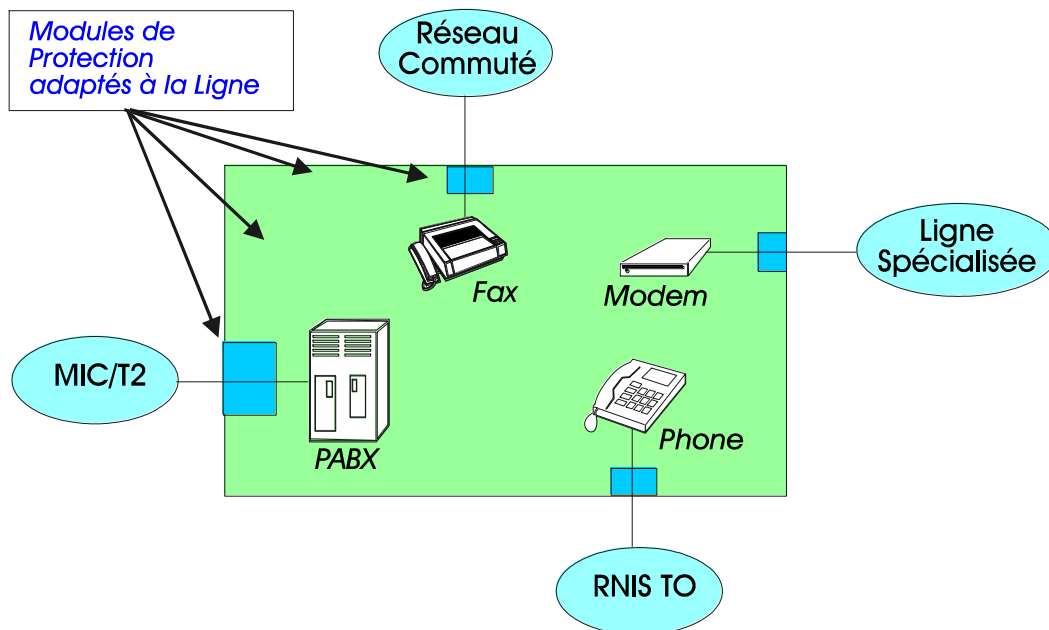
MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



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. Synthèse de l'ARF

Structures	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Bloc 1 : Tour de Travail/Mélasse/Sécheur	Protection de niveau III sur la structure	Protection niveau III Protection sur les lignes puissance
Bloc 2 : Cases 1 à 12	Protection de niveau IV sur la structure	Protection niveau IV Protection sur les lignes puissance
Bloc 3 : Hall Réception Matières Premières	Protection de niveau III sur la structure	Protection niveau III Protection sur les lignes puissance
Bloc 4 : Bureaux et Accueil	Structure auto-protégée	/

8.2.2. 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 et ceux pour l'ensemble des blocs étudiés.

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 sera complexe à mettre en œuvre sur des bâtiments existants de grande superficie. Elle présentera donc un coût important. Nous l'écartons.

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. De plus en l'absence d'informations (site en projet) nous ne pouvons confirmer que les toitures métalliques (bac acier...) sont d'épaisseur suffisante, de ce fait la solution de la structure naturelle n'est pas applicable aux bâtiments. Nous ne pouvons pas accepter la perforation de ce bac acier (d'épaisseur < 4mm) au-dessus du personnel /public et de l'activité à caractère inflammable. Les points chauds et la fusion d'éléments métalliques au-dessus du personnel, de zone Atex et des stockages inflammables 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 au-dessus de matière inflammable et des personnes.

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 des IPN est difficile à garantir sur des bâtiments en projet. Une campagne de mesure approfondie serait nécessaire pour s'assurer de celle-ci. Le client ne peut pas nous la garantir, 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.

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'autre matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre. En l'absence de plan ou documents nous certifiant la présence d'un réseau fond de fouille convenablement conçu, nous ne retenons pas cette solution. Il sera donc nécessaire de créer des prises de terre paratonnerres spécifiques de type A pour les descentes des PDA.

8.2.2.1. Les installations existantes

Aucune installation de protection foudre existante.

8.2.2.2. Les installations à créer

PDA SUR LA TOUR DE TRAVAIL:

- Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre. Il sera installé sur un mât de 5 m. Ce paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 60 μ s. Le rayon protection en niveau III est de 97 mètres pour lequel un coefficient de sécurité de 40 % est appliqué limitant ainsi le rayon de protection à 58.20 mètres.
- Depuis ce paratonnerre, création de deux descentes en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixées à raison de 3 attaches au mètre linéaire, avec l'installation de liaison équipotentielle en évitant les descentes dans les zones à risques.
- Depuis ce paratonnerre, création d'un conducteur de toiture en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire sera réalisée.
- Liaison des masses métalliques en toiture suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Liaison des masses métalliques à proximité de la descente (tuyauterie...) suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Tout câble électrique croisant la descente sera placé dans un chemin de câble métallique capoté métallique. Le chemin de câble, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique devra dépasser au minimum d'un mètre de chaque côté de la descente . Il sera relié à la descente par un ruban cuivre étamé plat normalisé (*).
- En partie basse de chaque descente, mise en place de :
 - Un joint de contrôle en laiton matricé à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
 - Un fourreau de protection mécanique en acier inoxydable de 2 mètres,
 - Un regard de visite au niveau du sol pour l'accès au raccordement .
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre dissipatrice d'énergie de type A.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre la prise de terre du paratonnerre et la terre générale du site par un système permettant la déconnexion.
- Mise en place d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe. Un compteur horodaté permet d'enregistrer les agressions foudre conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 (cf. chapitre 12.2 Prévention et enregistrement des impacts).

(*) conforme à la NF C 17 102

Document joint => Prise de terre (Annexe 4)

PDA au niveau de l'atelier:

- Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre. Il sera installé sur un mât de 5 m. Ce paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 60 μ s. Le rayon protection en niveau IV est de 107 mètres pour lequel un coefficient de sécurité de 40 % est appliqué limitant ainsi le rayon de protection à 64.20 mètres.
- Depuis ce paratonnerre, création de deux descentes en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixées à raison de 3 attaches au mètre linéaire, avec l'installation de liaison équipotentielle en évitant les descentes dans les zones à risques.
- Depuis ce paratonnerre, création d'un conducteur de toiture en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire sera réalisée.
- Liaison des masses métalliques en toiture suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Liaison des masses métalliques à proximité de la descente (tuyauterie...) suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Tout câble électrique croisant la descente sera placé dans un chemin de câble métallique capoté métallique. Le chemin de câble, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique devra dépasser au minimum d'un mètre de chaque côté de la descente . Il sera relié à la descente par un ruban cuivre étamé plat normalisé (*).
- En partie basse de chaque descente, mise en place de :
 - Un joint de contrôle en laiton matricé à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
 - Un fourreau de protection mécanique en acier inoxydable de 2 mètres,
 - Un regard de visite au niveau du sol pour l'accès au raccordement .
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre dissipatrice d'énergie de type A.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre la prise de terre du paratonnerre et la terre générale du site par un système permettant la déconnexion.
- Mise en place d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe. Un compteur horodaté permet d'enregistrer les agressions foudre conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 (cf. chapitre 12.2 Prévention et enregistrement des impacts).

(*) conforme à la NF C 17 102

Document joint => Prise de terre (Annexe 4)

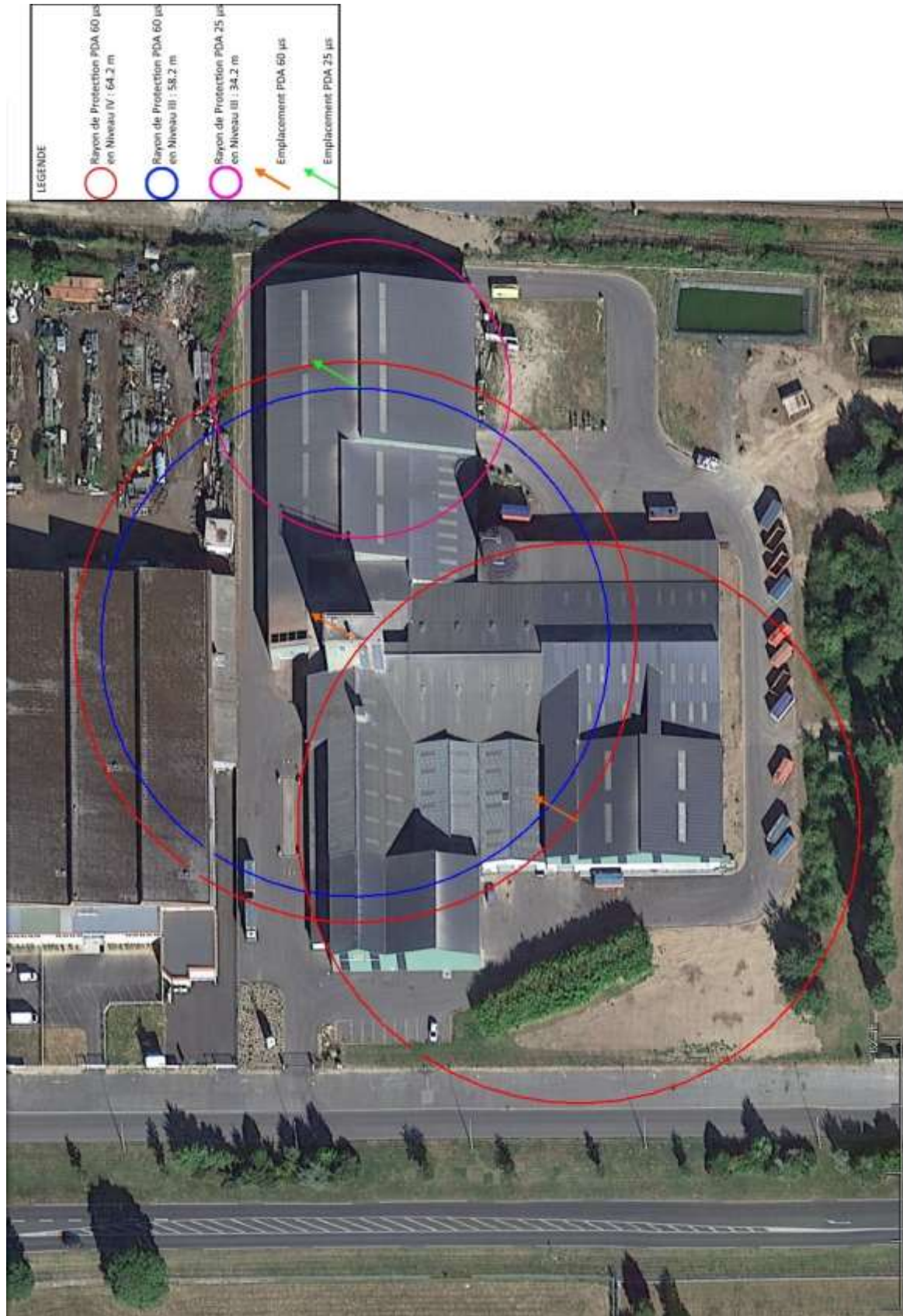
PDA au niveau du Hall Réception Matières Premières

- Installation d'un Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage à pointe continue et système de déclenchement synchrone au phénomène foudre. Il sera installé sur un mât de 5 m. Ce paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 25 μ s. Le rayon protection en niveau III est de 57 mètres pour lequel un coefficient de sécurité de 40 % est appliqué limitant ainsi le rayon de protection à 34.20 mètres.
- Depuis ce paratonnerre, création de deux descentes en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixées à raison de 3 attaches au mètre linéaire, avec l'installation de liaison équipotentielle en évitant les descentes dans les zones à risques.
- Depuis ce paratonnerre, création d'un conducteur de toiture en ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire sera réalisée.
- Liaison des masses métalliques en toiture suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Liaison des masses métalliques à proximité de la descente (tuyauterie...) suivant la distance de sécurité à l'aide d'un ruban cuivre étamé plat normalisé (*), fixé à raison de 3 attaches au mètre linéaire.
- Tout câble électrique croisant la descente sera placé dans un chemin de câble métallique capoté métallique. Le chemin de câble, afin d'éviter toute perturbation électromagnétique devra dépasser au minimum d'un mètre de chaque coté de la descente . Il sera relié à la descente par un ruban cuivre étamé plat normalisé (*).
- En partie basse de chaque descente, mise en place de :
 - Un joint de contrôle en laiton matricé à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
 - Un fourreau de protection mécanique en acier inoxydable de 2 mètres,
 - Un regard de visite au niveau du sol pour l'accès au raccordement .
- Réalisation au pied de chaque descente, d'une terre paratonnerre dissipatrice d'énergie de type A.
- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre la prise de terre du paratonnerre et la terre générale du site par un système permettant la déconnexion.
- Mise en place d'un compteur de coups de foudre sur la descente la plus directe. Un compteur horodaté permet d'enregistrer les agressions foudre conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 (cf. chapitre 12.2 Prévention et enregistrement des impacts).

(*) conforme à la NF C 17 102

Document joint => Prise de terre (Annexe 4)

Implantation des PDA 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. Une liaison équipotentielle par un conducteur normalisé sera à réaliser le cas échéant. 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 ;

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.

Extrait de la NF C 17 102 (septembre 2011)

Document joint => Distance de séparation (Annexe 5)

Remarque 1 :

Les travaux devront être effectués par un professionnel agréé  **Niveau C**.
L'entreprise devra fournir son attestation **QUALIFOUDRE de Niveau C** à la remise de son offre.

Remarque 2 :

Les IEPF devront répondre aux différentes normes produits afférentes à la série NF EN 50-164-1 à -7. Les PDA doivent être conformes à la NF C 17 102.

Document joint => Notice de vérification et de maintenance

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

8.2.3.1. 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.

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

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 :

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

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.

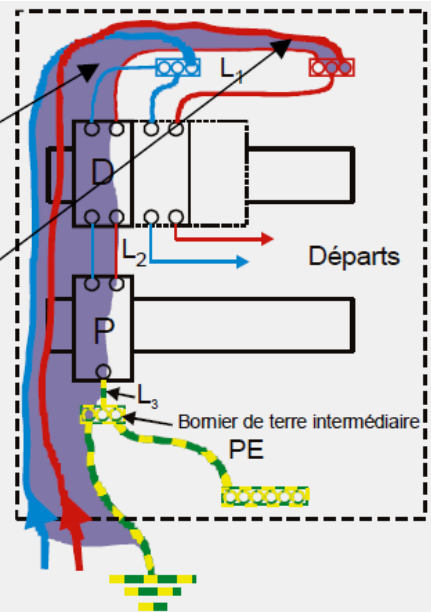


Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique

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.

8.2.3.2. Liste des Parafoudres existants

➔ Pas de parafoudres répertoriés

8.2.3.3. Liste des Parafoudres à installer

Il sera nécessaire d'installer des parafoudres de type 1 + 2 (obligatoires en présence de PDA) au niveau :

- ➔ TGBT
- ➔ Tableau Divisionnaire Vrac



TGBT



TD VRAC

Ces parafoudres de type 1 + 2 auront les caractéristiques suivantes :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c = 440 \text{ V}$
- Un courant maximal de décharge ($I_{imp} \geq 12,5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_{imp}) $U_p \leq 1,3 \text{ kV}$.
- Ils seront obligatoirement accompagnés d'un dispositif de déconnexion (fusible).

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

Document joint => Notice de vérification et de maintenance)

8.2.3.4. Equipements ou fonctions à protéger

Il est conseillé d'installer un dispositif de protection de type II au niveau des EIPS.

Après visite sur site avec M ROBBE, il n'y a pas d'EIPS présent sur le site.

Rappel : Ces équipements sont essentiels et permettent de limiter de façon importante soit la fréquence, soit la gravité d'un événement pouvant être majeur sans ses barrières.

8.3. LES EQUIPEMENTS A SECURISER HORS CADRE DE LA REGLEMENTATION

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. EQUIPOTENTIALITE

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

L'exploitant devra notamment s'assurer que l'ensemble des canalisations métalliques, des candélabres et des masses du pont bascule sont au même potentiel que le réseau de terre électrique.

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) voir paragraphe 2.

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

L'exploitant devra notamment s'assurer que l'ensemble des canalisations métalliques entrantes dans les bâtiments sont au même potentiel que le réseau de terre électrique.

Nous pouvons citer : les canalisations métalliques, les cuves métalliques (Brisures de céréales, cuve mélasse...), le bardage métallique, bac acier et structure métallique, le pont Bascule, les extracteurs en toiture...

Document joint => Equipotentialité (Annexe 6)

8.5. OBSERVATIONS

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

Nous avons appliqué les méthodes de protection telles que le prévoit l'arrêté du 04.10.10 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.

8.6. REALISATION : Qualification et Certification

8.6.1. Qualification de l'entreprise

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

La mise en œuvre des préconisations effectuées précédemment devra ainsi être réalisée par une société qualifiée pour cela.

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

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

8.6.2. La certification

❖ Que veut dire QUALIFOUDRE ?

La certification QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Ce label garantit la qualité des services fournis liés à la protection et la prévention contre la foudre. Il peut être attribué aux fabricants, aux Bureaux d'études, aux installateurs et aux Bureaux de contrôle.

L'INERIS vérifie, selon les exigences définies dans le référentiel que les moyens mis en œuvre par l'entreprise qualifiée sont appropriés et suffisants. La compétence des intervenants est également examinée et fait l'objet de certificats de compétence.

❖ Points fort de QUALIFOUDRE

Exigences du label

- Le label est accordé pour une activité : Fabricant ou Bureau d'études ou Installateur ou Bureau de contrôle.
- Le personnel ou le responsable de la mission possède un certificat de compétence qui implique une formation initiale d'un niveau adapté, une formation complémentaire spécifique aux missions confiées et une expérience suffisante.
- La société qualifiée a mis en place une démarche qualité qui vise la satisfaction de ses clients et assure une traçabilité de ses travaux pour conserver sa qualification.

Amélioration permanente des connaissances

- Les professionnels qualifiés bénéficient du soutien de l'INERIS pour résoudre des difficultés techniques et promouvoir les compétences.
- Les réunions des professionnels qualifiés favorisent le partage des expériences et visent à homogénéiser les méthodes.

❖ Principaux avantages de QUALIFOUDRE

- Pour obtenir une protection optimum :

Pour obtenir une protection efficace et optimisée, il suffit de faire appel aux professionnels identifiés par le label **Qualifoudre**. La liste des professionnels est consultable sur Internet; il est même possible de vérifier que l'intervenant responsable de la mission possède un certificat de compétence.

- Pour valoriser des compétences :

Le label **QUALIFOUDRE** garantit la qualité des travaux et le professionnalisme des intervenants. Il est utilisé pour démontrer les compétences de l'entreprise qualifiée. La promotion du label par l'INERIS conduit à une augmentation des demandes vers les entreprises labellisées.

9 VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre

8.7. 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. »

8.8. 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. »

8.8.1. Procédure de Vérification Visuelle

Une inspection visuelle doit être réalisée pour s'assurer :

- qu'aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose la mise en place de dispositions complémentaires de protection,
- du bon état des conducteurs de descente,
- de la bonne fixation des différents composants,
- qu'aucune partie n'est touchée par la corrosion,
- que les distances de sécurité soient respectées.

8.8.2. Procédure de Vérification Complète

Une inspection visuelle doit être réalisée. De plus, des mesures doivent être réalisées :

- continuité électrique des conducteurs non visibles,
- vérification électrique du paratonnerre pour s'assurer du bon fonctionnement du PDA,
- résistance des prises de terre (toute évolution doit être analysée).

8.8.3. Rapport de Vérification

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre.

8.8.4. Maintenance

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois. Ces interventions seront enregistrées dans le carnet de bord Qualifoudre (Historique de l'installation de protection foudre).

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

Document joint => Notice de vérification et maintenance

9. LA PROTECTION DES PERSONNES

9.1. Prévention et enregistrement des impacts

9.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement

Le site ne possède actuellement aucune procédure spécifique d'alerte orageuse. L'exploitant devra intégrer le risque orageux aux procédures d'exploitation du site. De plus, les agressions sur le site doivent être enregistrées. Les compteurs de coups de foudre permettent l'enregistrement des impacts. Un relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs et des parafoudres est recommandé.

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.

9.1.2. 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 (voici un exemple d'interdiction d'accès),



- 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,
- la présence à proximité des paratonnerres et des descentes doit être interdite en période orageuse.

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

9.2. Tension de contact et de pas

Les dispositions décrites ci-dessous sont applicables aux descentes du PDA.

9.2.1. Tension de contact

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

9.2.2. 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.

9.2.3. Préconisations

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



10. ANNEXES

Annexe 1 => Plans de masse / Carte de densité de foudroiement

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

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

Annexe 4 => Prises de terre paratonnerre

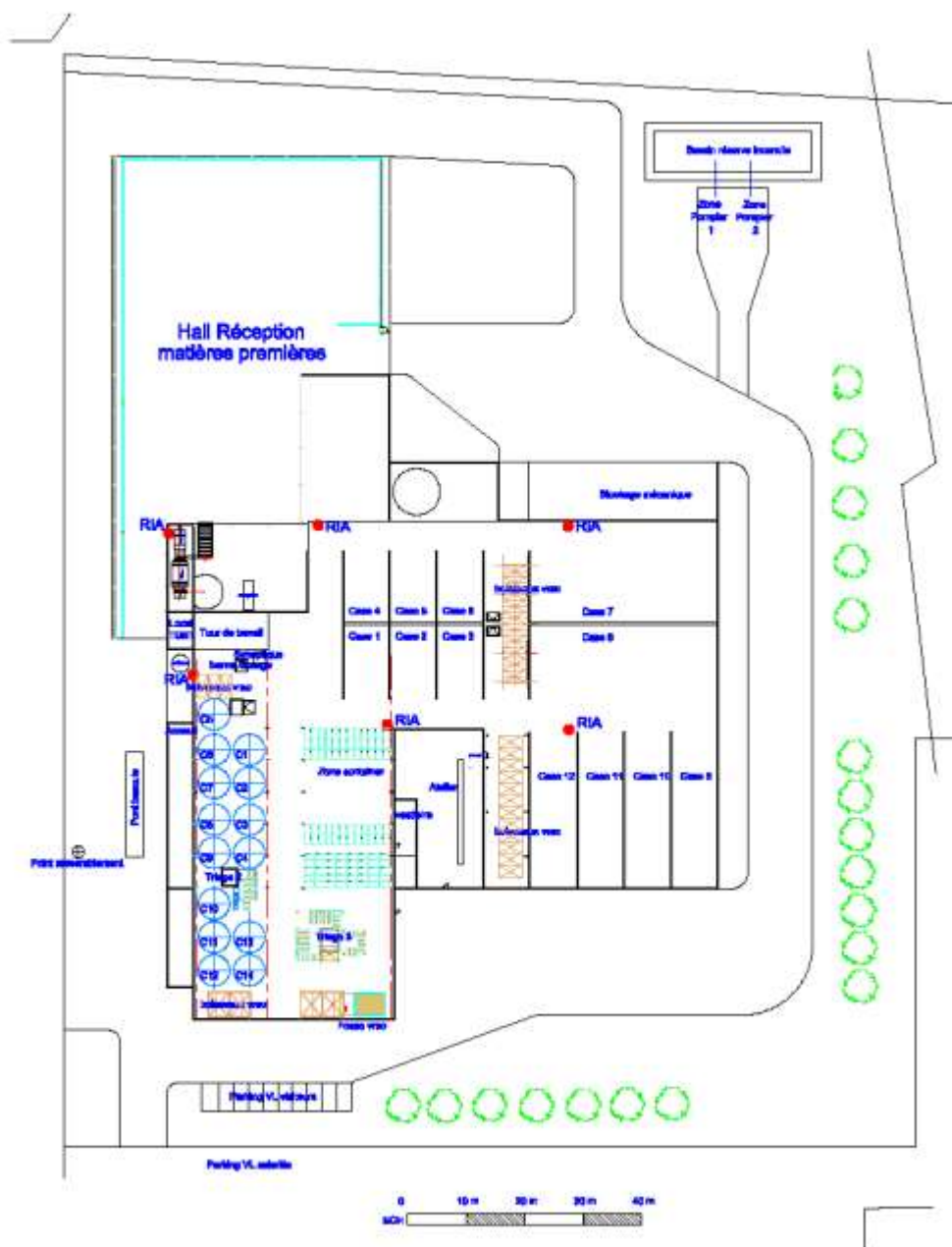
Annexe 5 => Distance de séparation

Annexe 6 => Equipotentialité

Annexe 7 => Carnet de Bord Qualifoudre

10.1. Annexe 1 => Plans de masse & Carte de densité moyenne de points de contact par an / km² (Nsg)

1) Plan de masse



Plan de masse

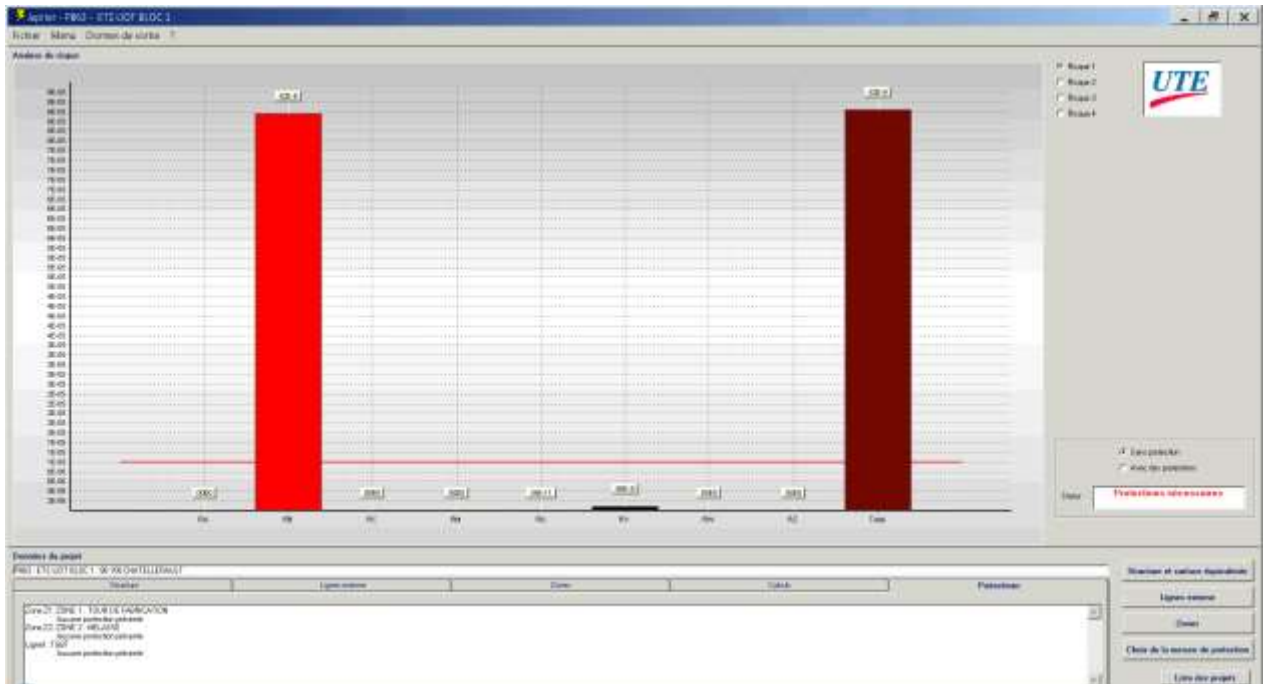
2) Carte de densité moyenne de points de contact / an / km² (Nsg)



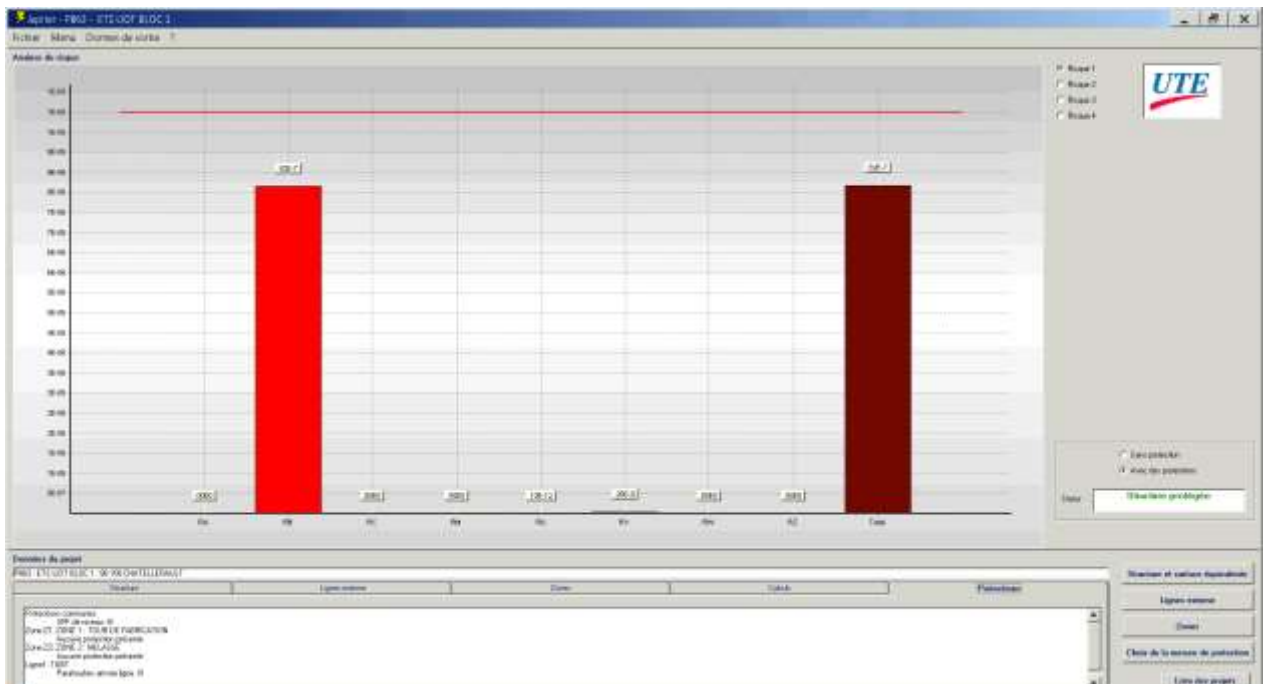
10.2

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

Bloc 1 : Zone Tour de Travail/Mélasse/Sécheur

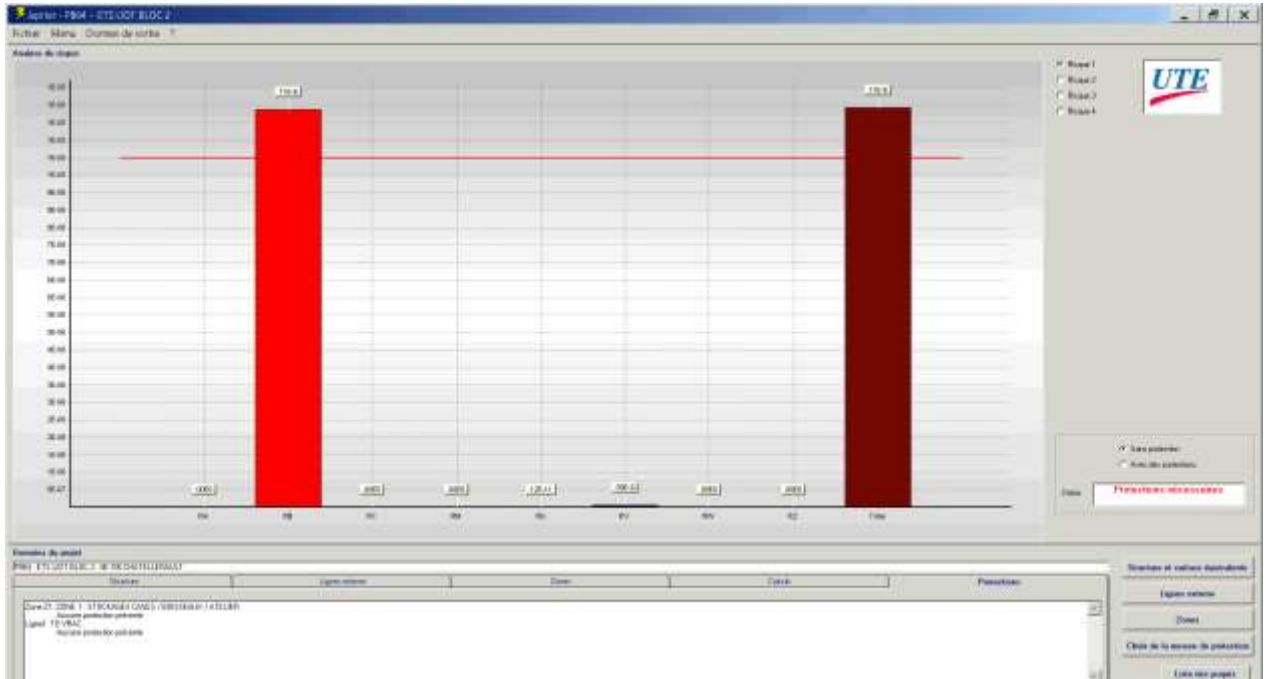


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

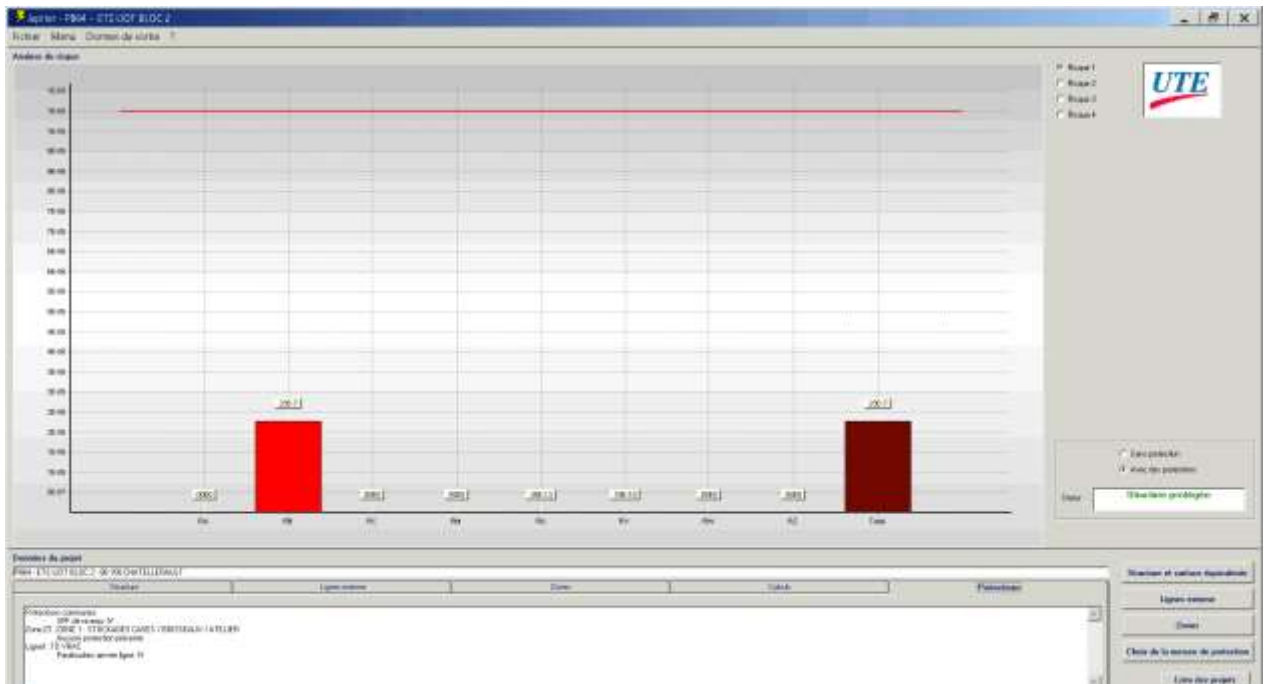


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Protection de niveau III requise

Bloc 2 : Zone case 1 à 12

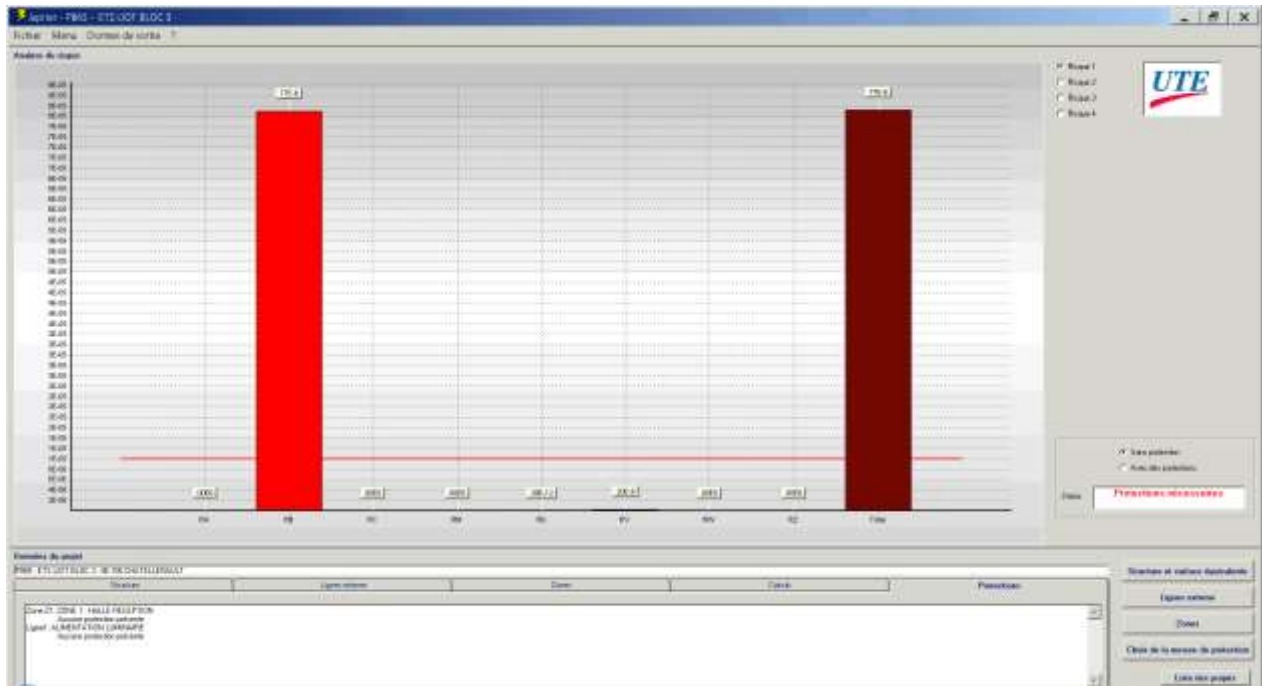


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

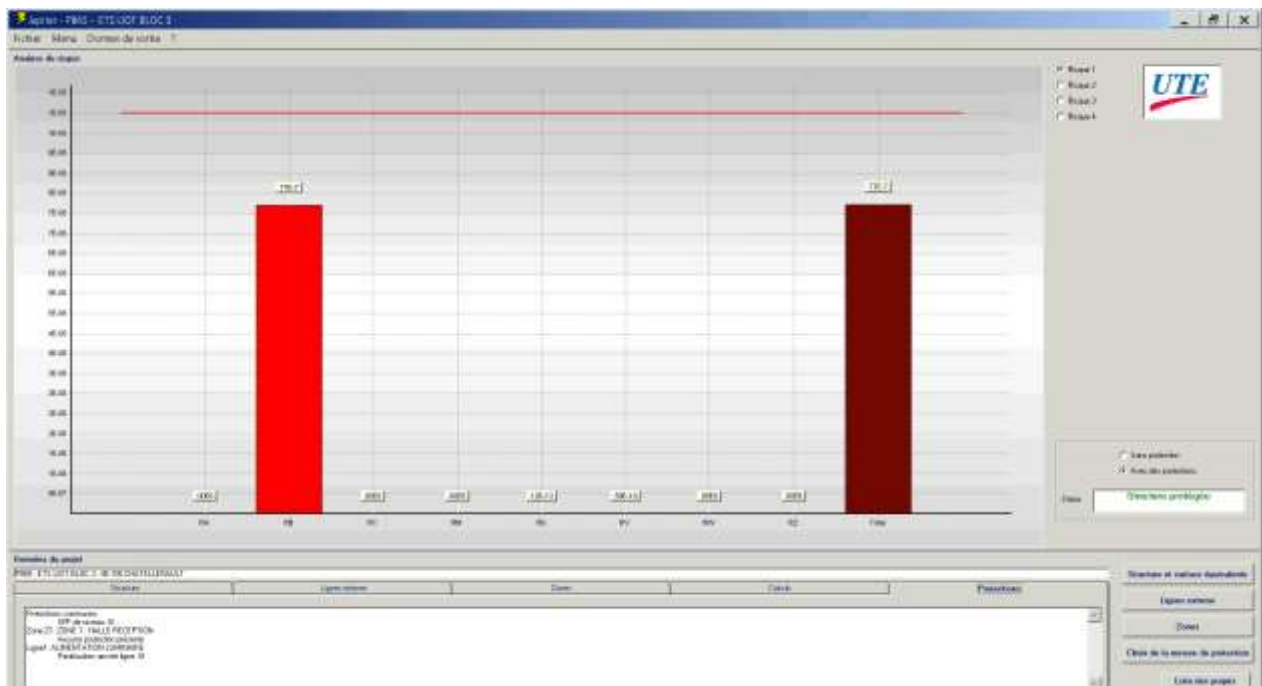


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Protection de niveau IV requise

Bloc 3 : Zone Hall réception Matières Premières

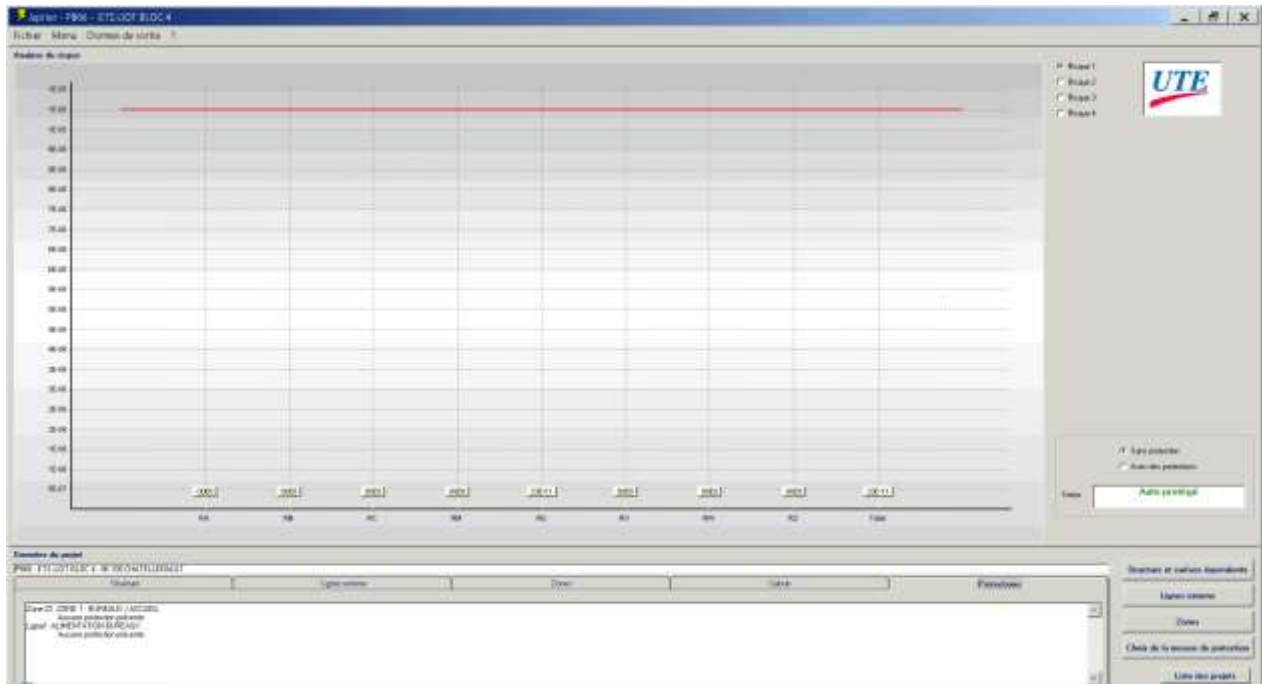


Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Protection de niveau III requise

Bloc 4 : Zone Bureaux et Accueil



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection

Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Structure auto-protégée

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



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: INDELEC SUD-OUEST
Adresse: 6, rue J.B PERRIN
Ville: EYSINES
Code postal: 33320
Pays: Fr
Nom du projeteur: M.VAN BOXSOM
Numéro Qualifoudre: 051166662004 validité 2017

Client:

Client: ETS LIOT BLOC 1
Description de la structure: BLOC 1 Tour de travail / Boisseaux / Triage / Mélasse
Adresse: 14 ALLEE D'ARGENSON
Commune: 86 100 CHATELLERAULT
Pays: FR
Nsg: 1,4
Td: 14

Structure

- Fréquence de foudroiement
Nsg: 1,4
Td: 14
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 6
B (m): 20
H (m): 26
Hmax (m):
Surface (m²): 11644,72
- Particularité:
pas applicable

Lignes externe

Ligne1: TGBT

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
sub-urbain (h < 10 m)
Système intérieur: TGBT DEPUIS TRANSFO EDF
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: ZONE 1 : TOUR DE FABRICATION

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:
TGBT DEPUIS TRANSFO EDF - Le système est relié à la ligne: TGBT

Zone Z2: ZONE 2 : MELASSE

Dangers particuliers: risque de panique faible
Risque d'incendie: pas de risque
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:
TGBT DEPUIS TRANSFO EDF - Le système est relié à la ligne: TGBT

Calculs

Zone Z1: ZONE 1 : TOUR DE FABRICATION

Nd: 1,63E-02
Nm: 2,77E-01
Pa: 1
Pb: 0,1
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02

r: 0,2
rf: 2,00E+00
h: 1,00E-01

Composantes du risque

R1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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): 8,15E-06

R1 (c): 0,00E+00

R1 (m): 0,00E+00

R1 (u): 5,17E-12

R1 (v): 2,58E-08

R1 (w): 0,00E+00

R1 (z): 0,00E+00

R4 (b): 4,08E-05

Ligne:TGBT

Nl: 1,72E-04

Ni: 3,91E-02

Nda: 0,00E+00

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

Pu: 3,00E-02

Pv: 3,00E-02

Pw: 1,00E-01

Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 5,17E-12

R1 (v): 2,58E-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): 1,63E-04

R4 (m): 2,77E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 1,29E-07

R4 (w): 1,72E-07

R4 (z): 3,90E-04

Zone Z2: ZONE 2 : MELASSE

Nd: 1,63E-02
Nm: 2,77E-01
Pa: 1
Pb: 0,1
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,2
rf: 2,00E+00
h: 0,00E+00

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): 0,00E+00
R1 (u): 5,17E-12
R1 (v): 0,00E+00
R4 (b): 0,00E+00

Ligne:TGBT

Nl: 1,72E-04
Ni: 3,91E-02
Nda: 0,00E+00
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
Pu: 3,00E-02
Pv: 3,00E-02
Pw: 1,00E-01
Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 5,17E-12
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): 1,63E-04

R4 (m): 2,77E-03
R4 (u): 0,00E+00
R4 (v): 0,00E+00
R4 (w): 1,72E-07
R4 (z): 3,90E-04

Risque tolerable

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

Zone Z1: ZONE 1 : TOUR DE FABRICATION

Aucune protection présente

Zone Z2: ZONE 2 : MELASSE

Aucune protection présente

Ligne1: TGBT

Parafoudres arrivée ligne: III

Conclusions

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

Date 29/03/2017

Cachet et signature



A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: INDELEC SUD-OUEST
Adresse: 6, rue J.B PERRIN
Ville: EYSINES
Code postal: 33320
Pays: Fr
Nom du projeteur: M.VAN BOXSOM
Numéro Qualifoudre: 051166662004 validité 2017

Client:

Client: ETS LIOT BLOC 2
Description de la structure: BLOC 2 Cases 1 à 12
Adresse: 14 ALLEE D'ARGENSON
Commune: 86 100 CHATELLERAULT
Pays: fr
Nsg: 1,4
Td: 14

Structure

- Fréquence de foudroiement
Nsg: 1,4
Td: 14
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 95
B (m): 95
H (m): 15
Hmax (m):
Surface (m²): 16243,36
- Particularité:
pas applicable

Lignes externe

Ligne1: TD VRAC

Type: énergie - souterrain
Caractéristique de la ligne
Ligne de longueur (m): 60
Résistivité (ohm x m): 500
Blindage (ohm/km): pas de protection
Position relative
entouré d'objets plus hauts
Facteur d'environnement
sub-urbain (h < 10 m)
Système intérieur: TD VRAC DEPUIS TGBT
Type de câblage: boucle 50 m²
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudres coordonnés: Absent
Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: ZONE 1 : STOCKAGES CASES / BOISSEAUX / ATELIER

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:
TD VRAC DEPUIS TGBT - Le système est relié à la ligne: TD VRAC

Calculs

Zone Z1: ZONE 1 : STOCKAGES CASES / BOISSEAUX / ATELIER

Nd: 2,27E-02
Nm: 3,98E-01
Pa: 1
Pb: 0,2
Pc: 1,00E+00
Pm: 1,00E+00
ra: 1,00E-02
r: 0,2
rf: 2,00E+00
h: 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): 2,27E-06

R1 (u): 3,52E-12

R1 (v): 1,76E-09

R4 (b): 1,14E-05

Ligne:TD VRAC

Nl: 1,17E-04

Ni: 2,35E-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): 3,52E-12

R1 (v): 1,76E-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): 2,27E-04

R4 (m): 3,98E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 8,80E-09

R4 (w): 2,35E-07

R4 (z): 2,34E-04

Risque tolerable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risque 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, conduites 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: ZONE 1 : STOCKAGES CASES / BOISSEAUX / ATELIER

Aucune protection présente

Ligne1: TD VRAC

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.

Date 29/03/2017

Cachet et signature



A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: INDELEC SUD-OUEST
Adresse: 6, rue J.B PERRIN
Ville: EYSINES
Code postal: 33320
Pays: Fr
Nom du projeteur: M.VAN BOXSOM
Numéro Qualifoudre: 051166662004 validité 2017

Client:

Client: ETS LIOT BLOC 3
Description de la structure: BLOC 3 Hall Réception matières Premières
Adresse: 14 ALLEE D'ARGENSON
Commune: 86 100 CHATELLERAULT
Pays: fr
Nsg: 1,4
Td: 14

Structure

- Fréquence de foudroiement
Nsg: 1,4
Td: 14
- Utilisation principale: industriel
- Type: entouré d'objets plus petits
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 82
B (m): 48
H (m): 15
Hmax (m):
Surface (m²): 10998,86
- Particularité:
pas applicable

Lignes externe

Ligne1: ALIMENTATION LUMINAIRE

Type: énergie - souterrain

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 50

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

sub-urbain (h < 10 m)

Système intérieur: ALIMENTATION LUMINAIRE DEPUIS TGBT

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: ZONE 1 : HALLE RECEPTION

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 LUMINAIRE DEPUIS TGBT - Le système est relié à la ligne:

ALIMENTATION LUMINAIRE

Calculs

Zone Z1: ZONE 1 : HALLE RECEPTION

Nd: 1,54E-02

Nm: 3,56E-01

Pa: 1

Pb: 0,1

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

ra: 1,00E-02

r: 0,2

rf: 2,00E+00

h: 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): 7,70E-06

R1 (u): 1,17E-12

R1 (v): 5,87E-09

R4 (b): 3,85E-05

Ligne:ALIMENTATION LUMINAIRE

Ni: 3,91E-05

Ni: 1,96E-02

Nda: 0,00E+00

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

Pu: 3,00E-02

Pv: 3,00E-02

Pw: 1,00E-01

Pz: 1,00E+00

Valeurs du risque

R1 (u): 1,17E-12

R1 (v): 5,87E-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): 1,54E-04

R4 (m): 3,56E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 2,93E-08

R4 (w): 3,91E-08

R4 (z): 1,95E-04

Risque tolerable

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

Zone Z1: ZONE 1 : HALLE RECEPTION

Aucune protection présente

Ligne1: ALIMENTATION LUMINAIRE

Parafoudres arrivée ligne: III

Conclusions

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

Date 29/03/2017

Cachet et signature



A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the left.



ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur:

Raison sociale: INDELEC SUD-OUEST
Adresse: 6, rue J.B PERRIN
Ville: EYSINES
Code postal: 33320
Pays: Fr
Nom du projeteur: M.VAN BOXSOM
Numéro Qualifoudre: 051166662004 validité 2017

Client:

Client: ETS LIOT BLOC 4
Description de la structure: BLOC 4 Bureaux & Accueil
Adresse: 14 ALLEE D'ARGENSON
Commune: 86 100 CHATELLERAULT
Pays: FR
Nsg: 1,08
Td: 14

Structure

- Fréquence de foudroiement
Ng: 1,08
Td: 14
- Utilisation principale: bureaux
- Type: entouré d'objets plus hauts
- Blindage: absent
- Surface équivalente d'exposition
A (m): 45
B (m): 5
H (m): 4
Hmax (m):
Surface (m²): 469,35
- Particularité:
pas applicable

Lignes externe

Ligne1: ALIMENTATION BUREAUX

Type: énergie - souterrain

Caractéristique de la ligne

Ligne de longueur (m): 50

Résistivité (ohm x m): 500

Blindage (ohm/km): pas de protection

Position relative

entouré d'objets plus hauts

Facteur d'environnement

sub-urbain (h < 10 m)

Système intérieur: ALIMENTATION BUREAUX / PONT BASCULE DEPUIS TGBT

Type de câblage: boucle 50 m²

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudres coordonnés: Absent

Parafoudres arrivée ligne: Absent

Zones

Zone Z1: ZONE 1 : BUREAUX / ACCUEIL

Dangers particuliers: risque de panique faible

Risque d'incendie: pas de risque

Protections anti-incendie: pas de protection

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 BUREAUX / PONT BASCULE DEPUIS TGBT - Le système est relié à la ligne: ALIMENTATION BUREAUX

Calculs

Zone Z1: ZONE 1 : BUREAUX / ACCUEIL

Nd: 5,07E-04

Nm: 2,39E-01

Pa: 1

Pb: 1

Pc: 1,00E+00

Pm: 1,00E+00

ra: 1,00E-02

r: 1

rf: 2,00E+00

h: 0,00E+00

Composantes du risque

R1: Rb Ru Rv

R2:

R3:

R4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Valeurs des dommages

R1: Lf: 0,01 Lo: Lt: 0,0001

R2: Lf: Lo:

R3: Lf:

R4: Lf: 0,2 Lo: 0,01 Lt:

Valeurs du risque

R1 (b): 0,00E+00

R1 (u): 2,29E-10

R1 (v): 0,00E+00

R4 (b): 0,00E+00

Ligne:ALIMENTATION BUREAUX

Nl: 2,29E-04

Ni: 1,51E-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: 4,00E-01

Valeurs du risque

R1 (u): 2,29E-10

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): 5,07E-06

R4 (m): 2,39E-03

R4 (u): 0,00E+00

R4 (v): 0,00E+00

R4 (w): 2,29E-06

R4 (z): 5,95E-05

Risque tolerable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risque 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, conduites 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: ZONE 1 : BUREAUX / ACCUEIL

Aucune protection présente

Ligne1: ALIMENTATION BUREAUX

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.

Date 29/03/2017

Cachet et signature



A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

10.4. 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.

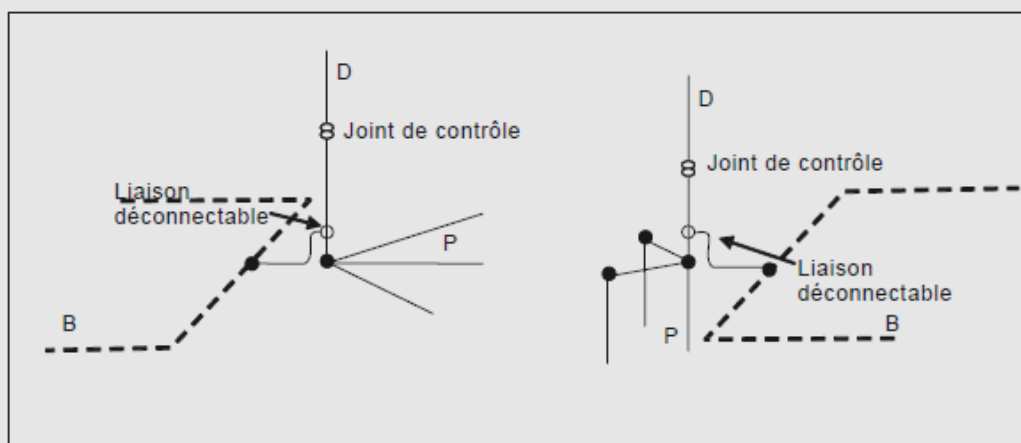
Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

- 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.

10.5. 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 ;

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.

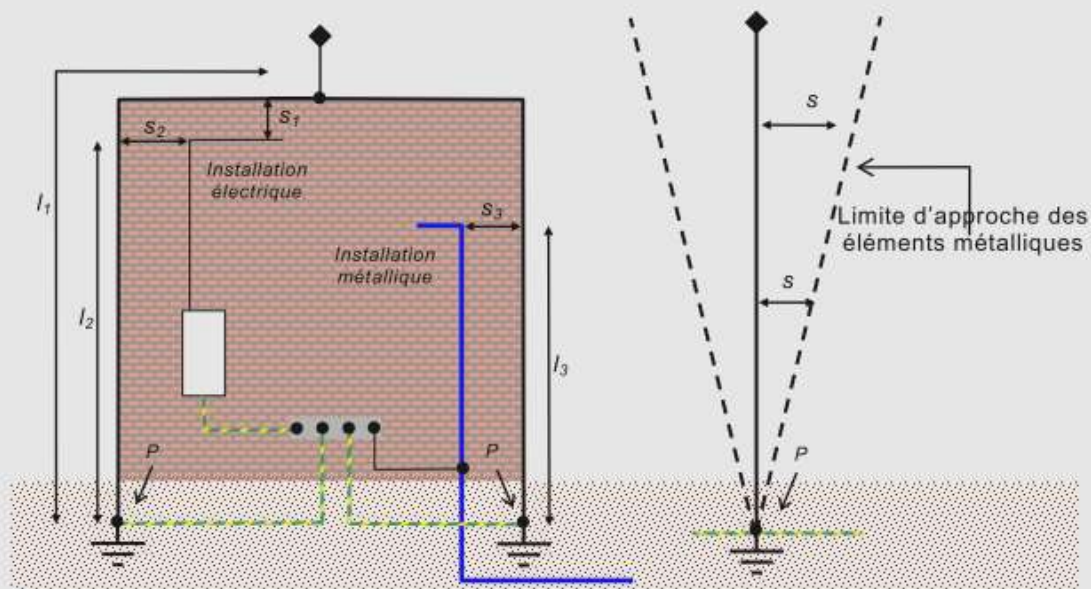


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

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.

10.6. 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 equipotentialité 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 equipotentialité 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.

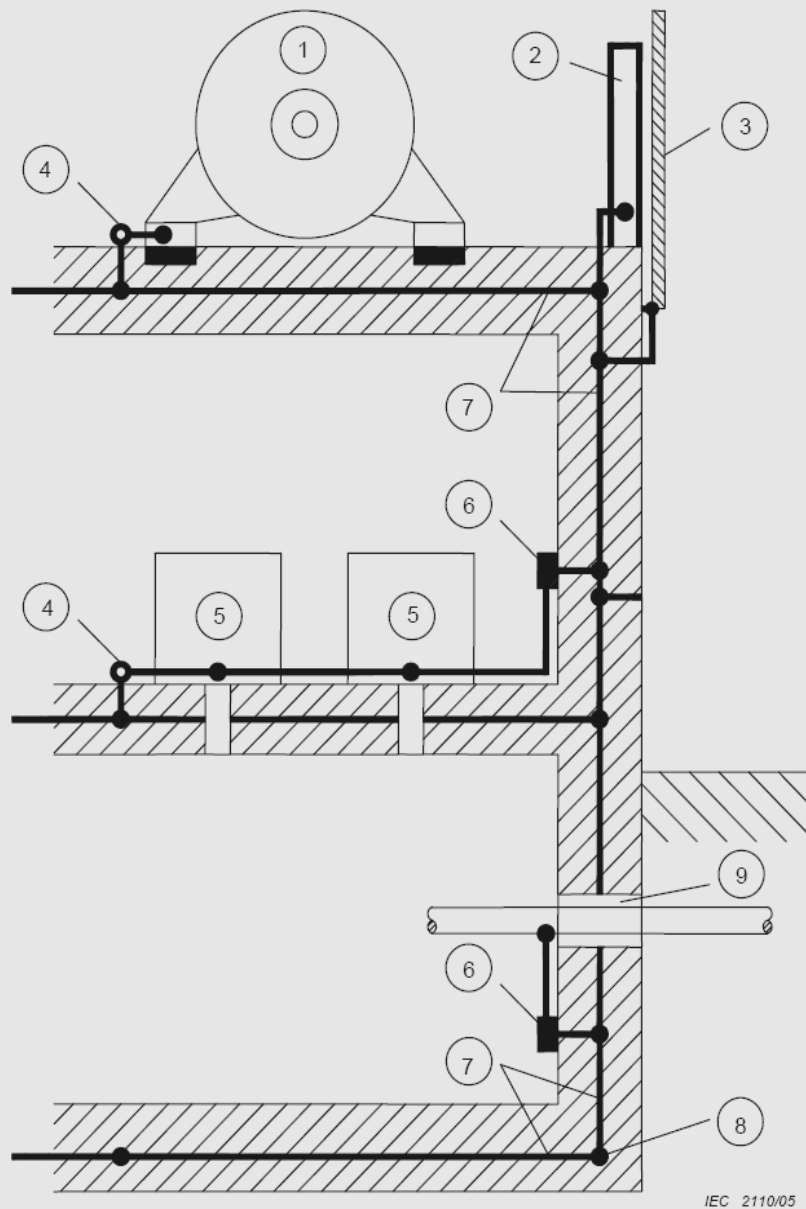
Les moyens d'interconnexion peuvent être:

- 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.

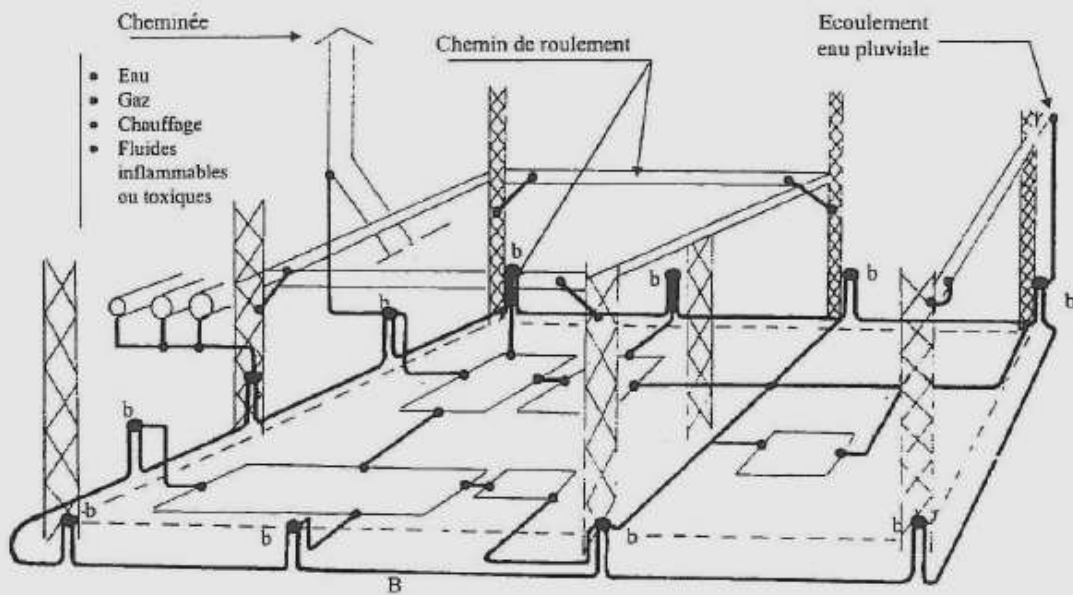
NOTE Si un système de protection est installé, des parties métalliques extérieures à la structure à protéger peuvent être affectées. Il convient que cela soit pris en compte lors de la conception. Des equipotentialités avec des parties métalliques extérieures peuvent aussi être nécessaires.



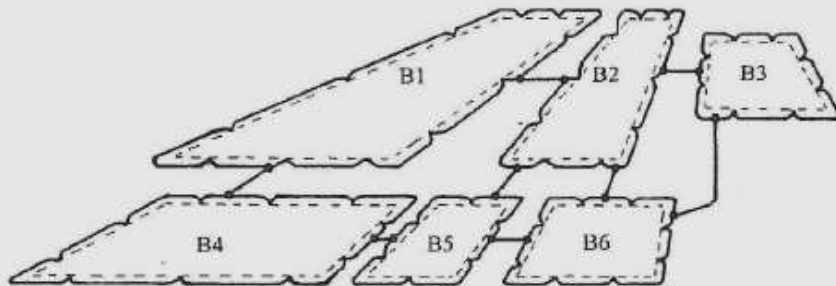
Légende

- 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

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

IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES

DATE	NATURE DE LA VERIFICATION Mesure de continuité, de la résistance des terres Vérification à la suite d'un accident Vérification simplifiée ou complète	RESULTATS DE LA VERIFICATION Indiquer les valeurs obtenues ou les constatations faites Références des rapports	NOM ET QUALITE de la personne qui a effectué la vérification OU N° QUALIFOUDRE

Notice de vérification et de maintenance

ETS LIOT



**14 Allée d'Argenson
CHATELLERAULT (86)**

Rédacteur : D. BOUDY

Date : 10/04/2017

Indelec Sud-Ouest,
Espace de la Gravette, 6 Rue J.B. Perrin 33320 EYSINES – Tél : 05 56 28 55 40 – Fax : 05 56 28 56 01
E-Mail : <mailto:sud-ouest@indelec.com>

Centres techniques à Bordeaux – Douai – Lyon – Paris – Rennes – Strasbourg

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	10/04/17	Réalisation de l'Analyse de risque foudre et de l'Etude technique	Bertrand Van Boxsom	Bertrand Lefort

SOMMAIRE

1. <u>LISTE ET LOCALISATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre</u>	Page 4
a. <i>Les IEPF</i>	Page 4
b. <i>Les IIPF</i>	Page 6
c. <i>Prévention</i>	Page 6
2. <u>VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre</u>	Page 7
a. <i>Les Installations Extérieures de Protection contre la Foudre (IEPF)</i>	Page 7
b. <i>Les Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (IIPF)</i>	Page 9

1. Liste et localisation des protections contre la foudre

a. Les IEPF :

PDA sur la tour de travail

- 1 PDA de 60 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 de type A,
- 2 liaisons équipotentielle terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion,
- 2 affichettes de prévention.

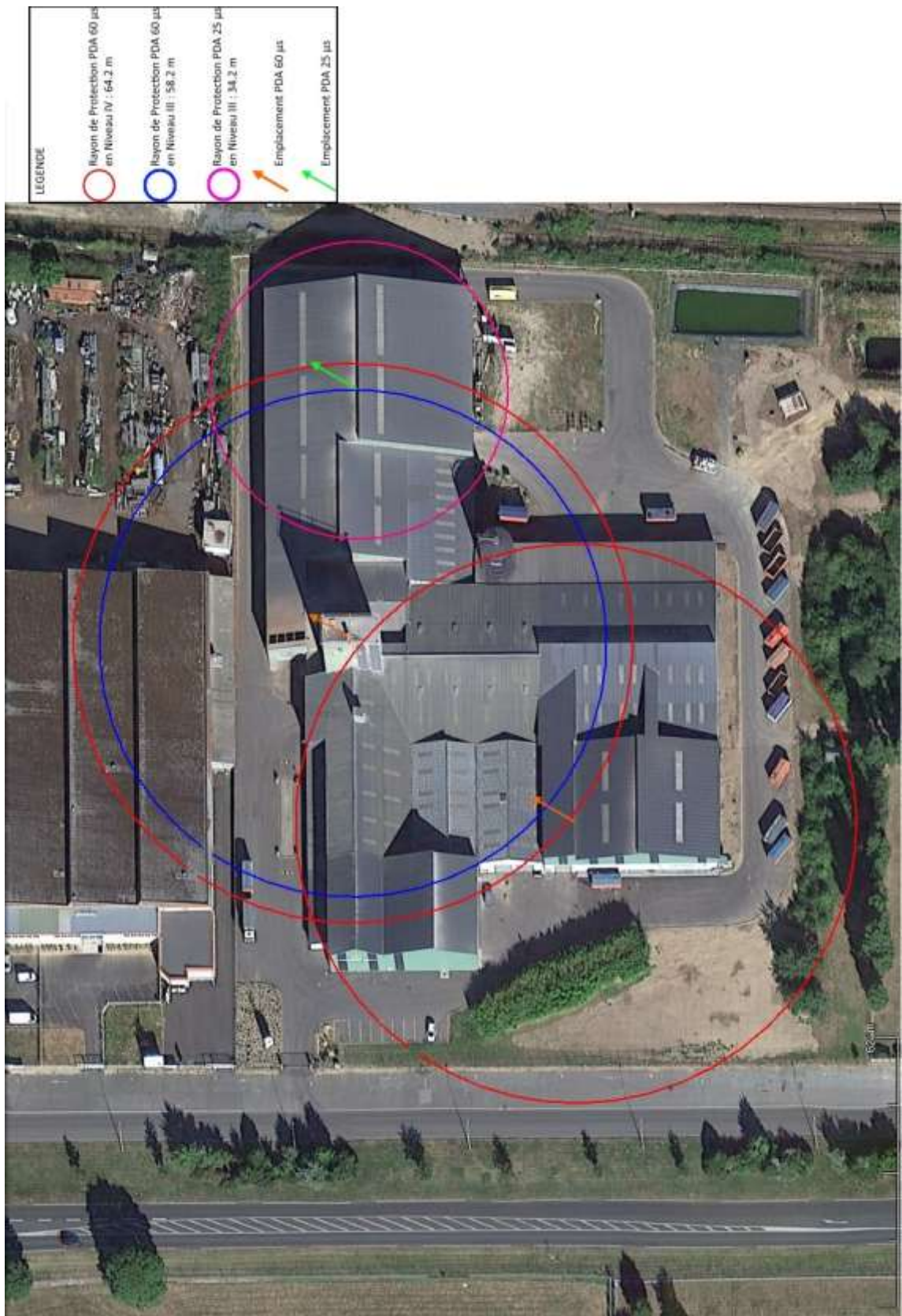
PDA sur le Bâtiment Atelier:

- 1 PDA de 60 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 de type A,
- 2 liaisons équipotentielle terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion,
- 2 affichettes de prévention.

PDA au niveau du Hall Réception Matières Premières:

- 1 PDA de 25 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 de type A,
- 2 liaisons équipotentielle terre paratonnerre - terre électrique par un système permettant la déconnexion,
- 2 affichettes de prévention.

Plan de la protection foudre IEPF :



b. Les IIPF :

- 1 parafoudre de type I aux installations suivantes :
 - TGBT du site
 - TD VRAC

Caractéristiques :

- Une tension maximum de fonctionnement de $U_c = 440 \text{ V}$
- Un courant maximal de décharge (I_{imp}) $\geq 12.5 \text{ kA}$ (en onde 10/350 μs),
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_{imp}) $U_p \leq 1,3 \text{ kV}$.
- Un dispositif de déconnexion,
- Longueur câblage $< 50 \text{ cms}$

c. La prévention :

- Procédure stipulant en période orageuse l'interdiction d'accès en toiture des bâtiments, d'intervention sur le réseau électrique, de proximité avec les installations paratonnerres, de dépotage et d'entreposage de produit sensible à proximité des installations paratonnerres.

d. Equipotentialité

- Canalisations métalliques
- Cuves métalliques (Brisures de céréales, cuve mélasse...)
- Bardage métallique, bac acier et structure métallique.
- Pont Bascule
- Extracteurs en toiture...

2. Vérification des protections foudre

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 EN 50164-2)	PDA	Etat physique		
		Corrosion		
		Test de la partie active (si vérification complète)		
	Fixation du PDA	Etat physique		
		Corrosion		
	Haubanage			
DESCENTE 1 : CONDUCTEUR DEDIE (NF EN 50164-2)	Fixation, connexion, support	Connexion, continuité		
	Conducteur	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Etat physique incrémentation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
DESCENTE 2 : (NF EN 50164-2)	Elément naturel	Connexion, continuité		
	Ferraille à béton	Continuité		
	Conducteur rapporté	Cheminement, nature, section, rupture,...		
	Fixation, connexion, support	Arrachement, corrosion		
	Protection mécanique	Corrosion, arrachement,...		
	Compteur d'impact	Intégrité de l'appareil, éventuelle incrémentation,...		
	Borne de mesure	Corrosion, arrachement,...		
PRISE DE TERRE (NF EN 50164-1 et 2)	Réalisation	Type A, type B, nature et section des électrodes,...		
	0 < 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 :



Tel : 05.56.28.55.40

Etude de Protection Foudre

ARF+ET

ETS LIOT

Site de CHATELLERAULT (86)

10/04/2017

Révision 0

Page 7/9

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 DE CONTROLE PARAFONDRES

Fiche n°.....

Vérification effectuée le :

Par M.....

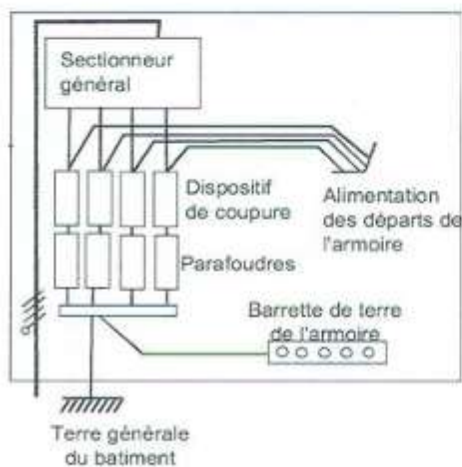
EQUIPEMENTS PROTEGES :

.....

IMPLANTATION DES PARAFONDRES :

.....

SCHEMA ELECTRIQUE :



CARACTERISTIQUES PARAFONDRES

Régime de Neutre :

Marque :

Type 1

Type 2 ou 3

Up :kV

Uc :V

Pour type 1 :

Iimp : kA

Pour type 2 ou 3 :

In :kA

Imax :kA

OUI NON
 OUI NON
 OUI NON
 OUI 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 :