BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

Protection contre la foudre

Certification Qualifoudre INERIS 051166662007

Analyse Risque Foudre Etude Technique

PLATEFORME LOGISTIQUE

ZAC de Tournebride
La Chevrolière - 44118

Cette étude est réalisée sur plans pour INGEA

***Rédacteur* : C. LIBBRECHT** **Date : 20/05/2021**

444, rue Léo Lagrange 59500 DOUAI – Tél : 0327996389 – Fax : 03 27 99 00 94 – email : bcm@bcmfoudre.fr
SAS au capital de 120 000 € - RCS DOUAI 400 732 681 – SIRET 400 732 681 00020 – APE 7112 B –
TVA FR 37 400732 681
Centres techniques à Bordeaux – Douai – Lyon – Paris – Rennes –Strasbourg
www.bcmfoudre.fr

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	20/05/21	Version initiale	CL	TK

2. TABLE DES MATIERES

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS....2
2. TABLE DES MATIERES....3
3. GLOSSAIRE....5
4. LE RISQUE FOUDRE....7
5. INTRODUCTION....8
5.1. BASE DOCUMENTAIRE....8
5.2. DEROULEMENT DE LA MISSION....8
5.2.1. Références réglementaires et normatives....8
5.2.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre....9
5.2.3. Définition de l'Etude Technique....9
6. PRESENTATION DU SITE....11
6.1. CARACTERISTIQUES DU SITE....11
6.1.1. Adresse....11
6.1.2. Localisation du projet (Google Earth)....11
6.1.3. Plan de masse....12
6.1.4. Plan de niveau 0....13
6.2. LISTE DES INSTALLATIONS REPERTORIEES DANS LA NOMENCLATURE DES INSTALLATIONS CLASSEES....13
7. ANALYSE DE RISQUE FOUDRE (A.R.F)....14
7.1. DENSITE DE FOUDROIEMENT....14
7.2. RESISTIVITE DU SOL....14
7.3. DETERMINATION DES NIVEAUX DE PROTECTION....15
7.3.1. Identification des structures à protéger....15
7.3.2. Identification des risques dus à la foudre....15
7.3.3. Caractérisation du bloc étudié : plateforme logistique....16
7.3.4. Equipements ou fonctions à protéger....16
7.4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE FOUDRE....17
8. ETUDE TECHNIQUE....18
8.1. PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF....18
8.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)....18
8.1.2. Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)....18
8.2. PRECONISATIONS....23
8.2.1. Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF)....23
8.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)....28
8.2.2.1. Rappel Général....28
8.2.2.2. Liste des Parafoudres de type I+II....31
8.2.2.3. Liste des Parafoudres de type II....34
8.2.2.4. Equipotentialité....34
8.3. QUALIFICATION DES ENTREPRISES TRAVAUX....35
9. CONTRÔLE PERIODIQUE....36
9.1. VERIFICATION INITIALE....36
9.2. VERIFICATIONS PERIODIQUES....36
9.3. VERIFICATION SELON LA NF C 17 102....36
9.4. VERIFICATIONS SELON LA NORME NF EN 62 305-4....38
9.5. RAPPORT DE VERIFICATION....39
9.6. MAINTENANCE....39
10. LA PROTECTION DES PERSONNES....40
10.1. DETECTION, ENREGISTREMENT ET MESURES DE SECURITE....40
10.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement....40
10.1.2. Les mesures de sécurité....40

10.2. TENSION DE CONTACT ET DE PAS 41
10.2.1. Tension de contact 41
10.2.2. Tension de pas 41
11. ANNEXES....42
11.1. ANNEXE 1 => VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION....43
11.2. ANNEXE 2 => COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUE (PROTEC) 44
11.3. ANNEXE 3 => DISTANCE DE SEPARATION 48
11.4. ANNEXE 4 => EQUIPOTENTIALITE....50
11.5. ANNEXE 5 => CARNET DE BORD QUALIFOUDRE....53

Nombre de pages de l'étude : 58 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 : 13 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) :
Pour être qualifié **d'éléments important pour la sécurité** (EIPS), un élément (opération ou équipement) doit être choisi parmi les **barrières de sécurité** destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les conséquences d'un événement redouté central susceptible de conduire à un **accident majeur**.

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

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

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

Zone de protection foudre (ZPF) :
Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

4. LE RISQUE FOUDRE

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

Evénement initiateur	Evénement redouté	Phénomènes dangereux	Effets
FOUDRE	**ETINCELLE**	**EXPLOSION INCENDIE PERTE D'EIPS**	**IMPACT HUMAIN, ENVIRONNEMENTAL & INDUSTRIEL**

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

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

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

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

- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des terres du site dont le but est de limiter les conséquences des phénomènes de couplage de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques tels que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau en surface, encore appelé "Plan de Masse", a pour effet de réduire les courants vagabonds qui circulent habituellement dans ces éléments conducteurs.

- Cette mesure de mise en équipotentialité peut être complétée par l'installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments et reliées aux équipements importants pour la sécurité ou aux électroniques fragiles, pour les protéger contre les surtensions transitoires dont l'origine a été expliquée précédemment.

5. INTRODUCTION

5.1. Base documentaire

L'Analyse de Risque Foudre et l'Etude Technique réalisées sur plans se basent sur les documents listés ci-dessous et sur les informations fournies par Madame FERNIQUE d'INGEA Sucé sur Erdre - 44240.

PLANS			
TITRE	**RERERENCE**		**DOCUMENT FOURNI**
Plan de masse	INGEA	10.05.2021	■
Plan niveau 0	INGEA	20.05.2021	■
Hauteur des unités, effectif, moyens incendie, présence panneaux solaires, atex	INGEA	Informations de madame Fernique	■
Vue aérienne	Via Michelin/Google Earth/Géoportail		■

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 (Novembre 2013)	Protection contre la foudre, Partie 1 : Principes généraux
NF EN 62305-2 (Novembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 2 : Evaluation du risque
NF EN 62305-3 (Décembre 2006)	Protection contre la foudre, Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62305-4 (Décembre 2012)	Protection contre la foudre, Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures

- **Réglementation**

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

5.2.2. 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 : PROTEC Risk, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

5.2.3. Définition de l'Etude Technique

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

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

Le but de cette étude est d'indiquer les dispositions à prendre pour obtenir, dans l'état actuel des connaissances de la technique et de la réglementation en vigueur, une protection satisfaisante des bâtiments et installations fixes, contre les coups de foudre directs.
Nous proposons pour chaque bâtiment ou structure la solution de protection la mieux adaptée possible à la situation rencontrée.

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

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

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

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

- **Prévention**

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

- **Notice de vérification et maintenance**

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

6. PRESENTATION DU SITE

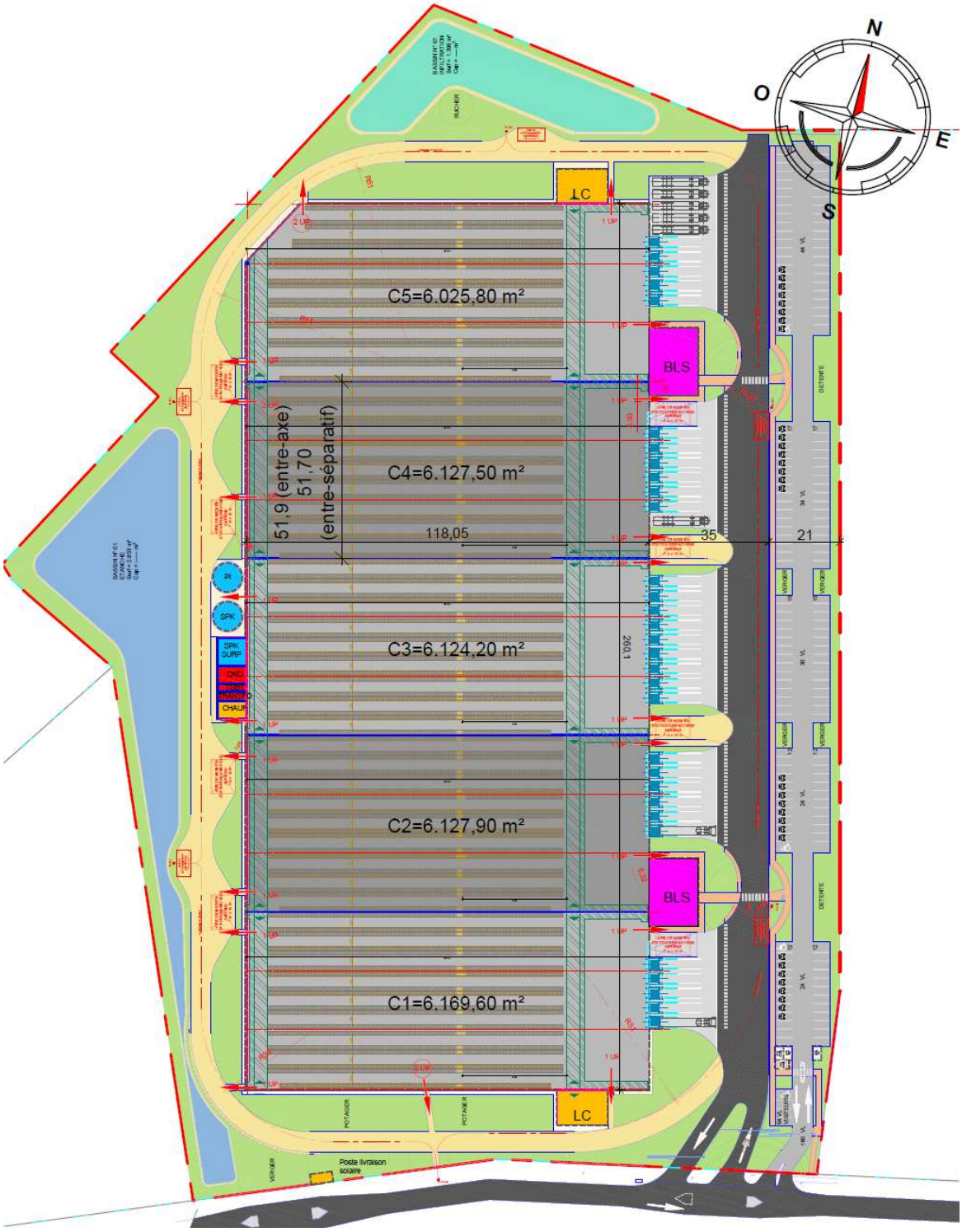
6.1. Caractéristiques du site

6.1.1. Adresse

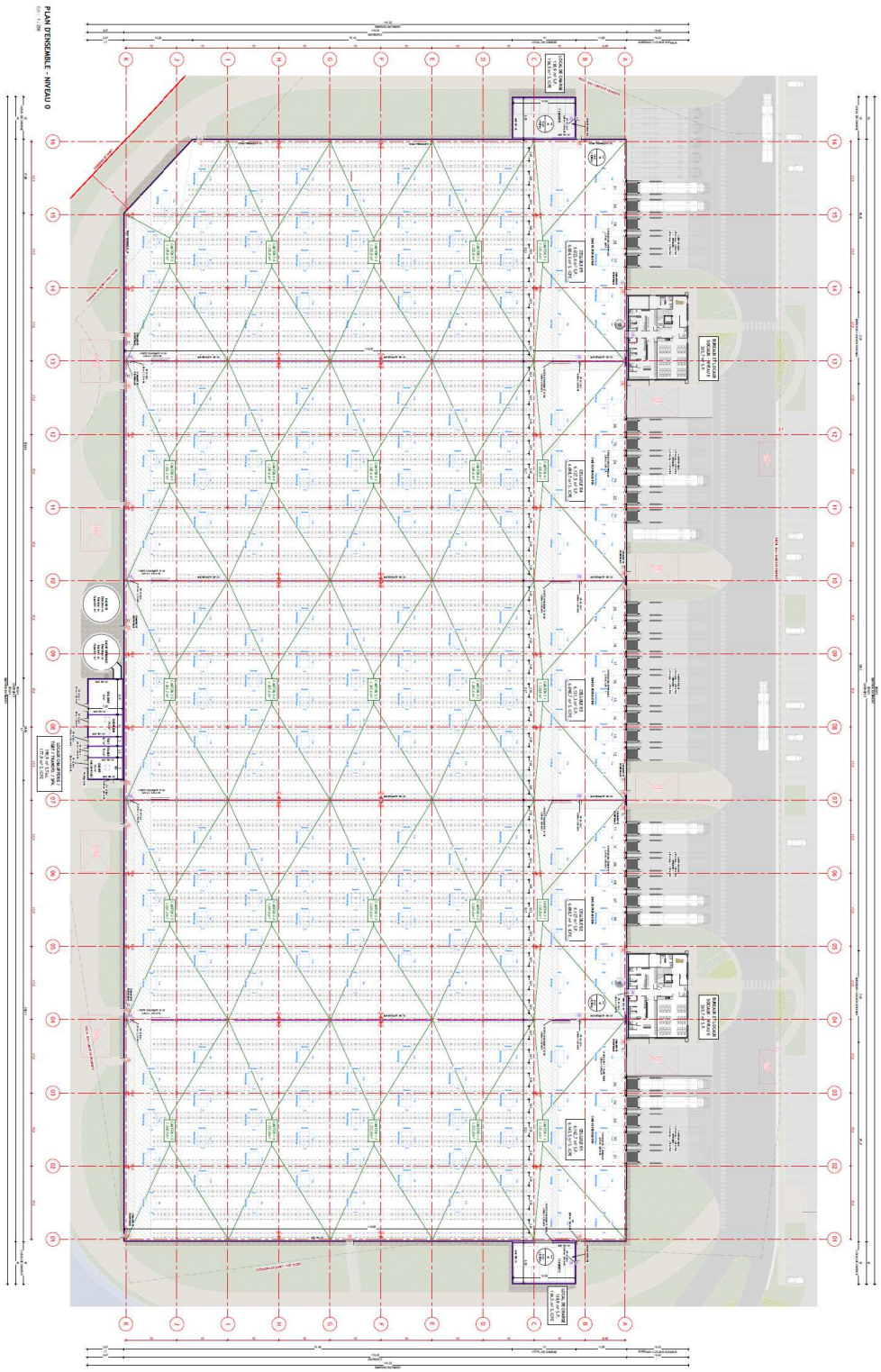
PLATEFORME LOGISTIQUE
ZAC de Tournebride
La Chevrolière - 44118

6.1.2. Localisation du projet (Google Earth)

6.1.3. Plan de masse



6.1.4. Plan de niveau 0



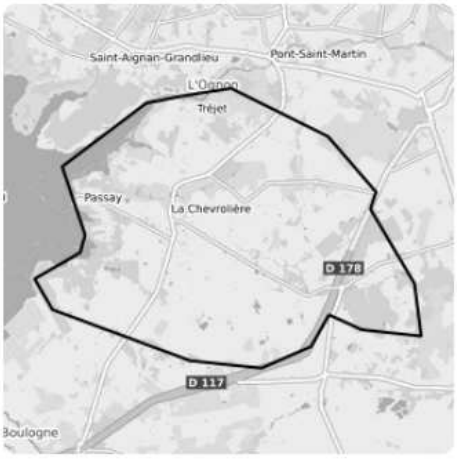
6.2. Liste des installations répertoriées dans la nomenclature des installations classées

Le projet est concerné par la réglementation foudre en vigueur à minima au titre des rubriques 1510 et 2663 à enregistrement.

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

7.1. Densité de foudroiement

Résumé



Ville :
LA CHEVROLIERE (44041)

Superficie :
32,71 km^2

Période d'analyse :
1 janvier 2011 - 31 décembre 2020

Statistiques du foudroiement

➜ N_{SG} : 0,51 impacts/km²/an

Foudroiement Infime

Faible	Intense
< 0.67 Nsg	> 3.74 Nsg

Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,44 - 0,59].

➜ Nombre de jours d'orage : 6 jours par an

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

Source : Météorage

7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises de l'exploitant nous appliquons la norme NF EN 62 305-2 et donc nous retiendrons la valeur par défaut soit 500 Ωm.

7.3. Détermination des niveaux de protection

7.3.1. Identification des structures à protéger

Le projet composé d'un bâtiment unique sera étudié en un seul bloc d'un seul tenant selon la méthode probabiliste.

7.3.2. Identification des risques dus à la foudre

Risque d'incendie :

La charge calorifique de ce type d'activité dépassera les 800MJ/M². En effet la présence uniquement des combustibles (rubriques ICPE 1510 ou encore 2663) engendre un pouvoir calorifique conséquent.

Risque d'explosion :

D'expérience nous pouvons dire qu'aucune zone 0 ou 20 ne sera recensée pour ce type d'activité. Nous ne retiendrons donc pas le risque d'explosion dans notre analyse.

Risque de pollution de l'environnement :

Une pollution de l'environnement n'est possible qu'en cas d'incendie. Nous prenons en compte déjà le risque d'incendie. Il n'y aura pas de produits chimiques recensés pour ce type d'activité. Nous ne retiendrons donc pas le risque de pollution dans notre étude.

Risque de panique de personne :

L'effectif au sein du bâtiment sera de l'ordre de 100 personnes. Le bâtiment ne comportera pas de multiples niveaux avec présence de personnes. La présence en simultanée n'excèdera pas les 100 personnes. Nous retiendrons un risque de panique faible.

De plus :

Situation relative :

Le site sera implanté au sein d'une ZAC. Le bâtiment étudié sera entouré d'objets plus petits ou de même hauteur (arbres, clôture, candélabres…).

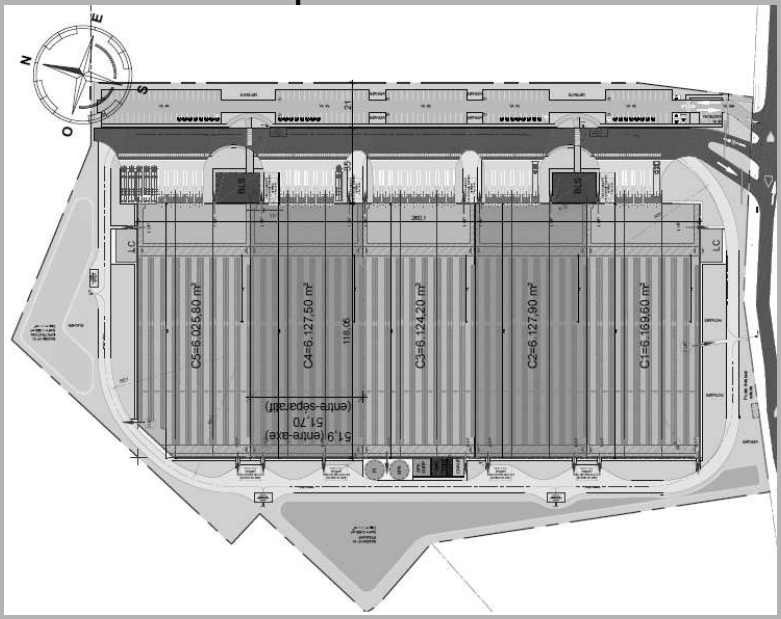
Moyens d'extinction incendie :

Des extincteurs et des RIA seront répartis dans le bâtiment. Ces moyens d'extinctions sont manuels. Le bâtiment sera également sprinklé. Ce moyen d'extinction est automatique.

Le délai d'intervention des pompiers est de l'ordre de 10 minutes depuis le Centre d'Incendie et de Secours d'Arras, 2 Rue Victor Leroy, 62000 Arras.

7.3.3. Caractérisation du bloc étudié : plateforme logistique

Description de la structure



Activité	■ Industriel	☐ Bureau	☐ Autres :	
Dimensions (m)	Longueur : 275	Largeur : 130	Hauteur : 13	Hmax : 14
Sol	■ Béton	☐ Carrelage	☐ Lino	☐ Autre :
Structure	■ Béton	■ Métallique	☐ Bois	☐ Autre :
Particularité	Présence de panneaux solaires en toiture			
Fond de fouille	Cuivre			

Description des lignes entrantes et sortantes de la structure

Lignes	***1***	***2***	***3***
Nom de l'équipement	Arrivée électrique générale	Alimentation diverses (candélabres, portail automatique, poste solaire, pompe bassins…)	Ligne téléphonique
HT/BT/CFA	HT/BT	BT	Fibre
Longueur de la connexion	1000 m (Valeur par défaut)	1000 m (Valeur par défaut)	Non considérée car fibre
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	Souterrain

Canalisations

Lignes	***1***	***2***	***3***
Nom de l'équipement	Gaz de ville et ammoniac en hypothèse	Eau potable, eau incendie	EU/EP…
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	Souterrain

7.3.4. Equipements ou fonctions à protéger

Nous retenons la centrale de détection incendie générale, le système sprinkler ainsi qu'en hypothèse une centrale de détection gaz NH_3 comme équipements à protéger.

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
PLATEFORME LOGISTIQUE	Protection de niveau Np = IV	Protection de niveau Np = IV

EQUIPOTENTIALITE et/ou MISE A LA TERRE

- Canalisations si métalliques (eau, gaz…),
- Cuves d'eau sprinkler et PI,
- Châssis et canalisation principale sprinkler.

EQUIPEMENTS ou FONCTIONS A PROTEGER

- Centrale de détection incendie générale,
- Hypothèse d'une centrale de détection gaz NH_3 si cellule froid,
- Hypothèse d'une centrale de détection gaz,
- Système sprinkler.

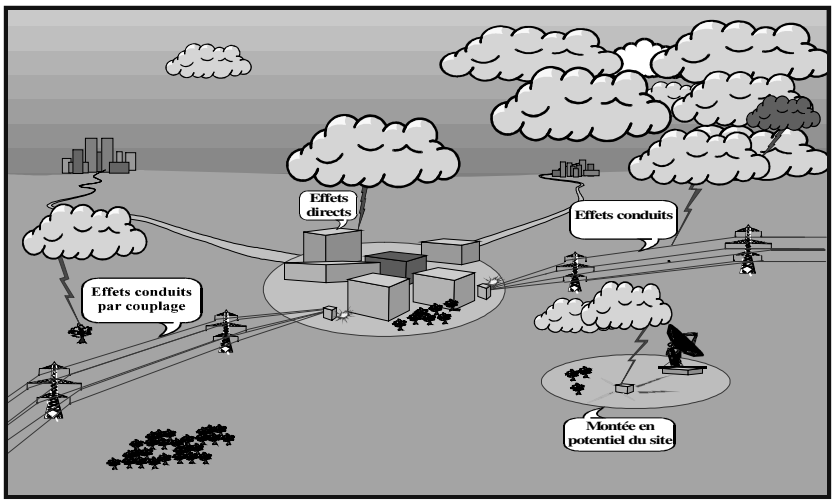
PREVENTION

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 du bâtiment, la proximité des installations paratonnerres, l'intervention sur le réseau électrique).

Document joint => Visualisation des risques R1 avec et sans protection (Annexe 1)
Document joint => Compte rendu Analyse de Risque (PROTEC) (Annexe 2)

8. ETUDE TECHNIQUE

8.1. Principes de protection : IEPF et IIPF



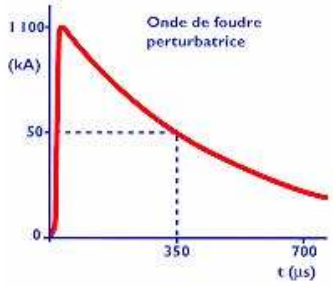
8.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F)

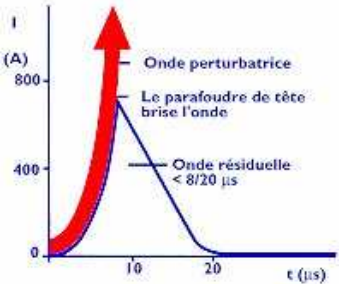
Il y a lieu de maîtriser le cheminement d'un éventuel courant de foudre et d'empêcher le foudroiement direct des bâtiments ou structures concernées. Pour le cas où le bâtiment ne bénéficierait pas d'une auto-protection satisfaisante (sur le plan technique et réglementaire), la solution consiste en la mise en place judicieuse d'un système de paratonnerre permettant de capter un éventuel coup de foudre se dirigeant sur les installations.
L'écoulement du courant de foudre doit être alors réalisé par des conducteurs reliant le plus directement possible ce captage à des prises de terre spécifiques. Les prises de terre paratonnerre doivent être reliées de façon équipotentielle au réseau de terre générale du site. Les masses métalliques situées à proximité des conducteurs de descente leur sont reliées en respectant les distances de sécurité indiquées dans les normes françaises NF EN 62305-3 et NF C 17 102, afin de ne générer aucun arc d'amorçage.
Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

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

a) Réseau basse tension

Les points de livraison EDF se trouvent au niveau des postes de transformation.
Une protection de tête d'installation, disposée dans les TGBT, permet de briser l'onde de foudre venant du réseau EDF, et de supprimer une grande partie de son énergie.





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

5 RAPPEL DES REGLES DE LA NF C 15-100

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

Tableau 1 – Règles de protection

Caractéristiques et alimentation du bâtiment	Densité de foudroiement (N_g) Niveau kéraunique (N_k)	
	$N_g \leq 2,5$ $N_k \leq 25$ (AQ1)	$N_g > 2,5$ $N_k > 25$ (AQ2)
Bâtiment équipé d'un paratonnerre	Obligatoire (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 ($In \geq 5$ 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.

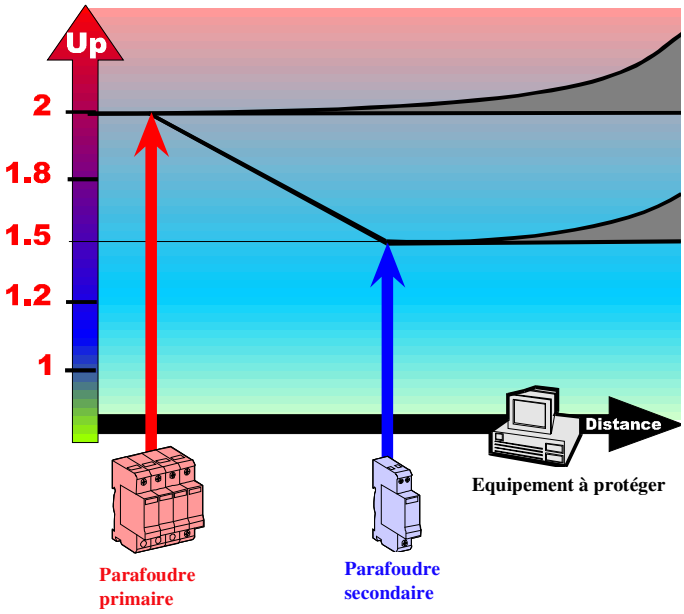
Lorsqu'un parafoudre est mis en œuvre sur le circuit de puissance, il est recommandé d'en installer aussi sur le circuit de communication (voir analyse du risque dans le guide UTE C 15-443).

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.

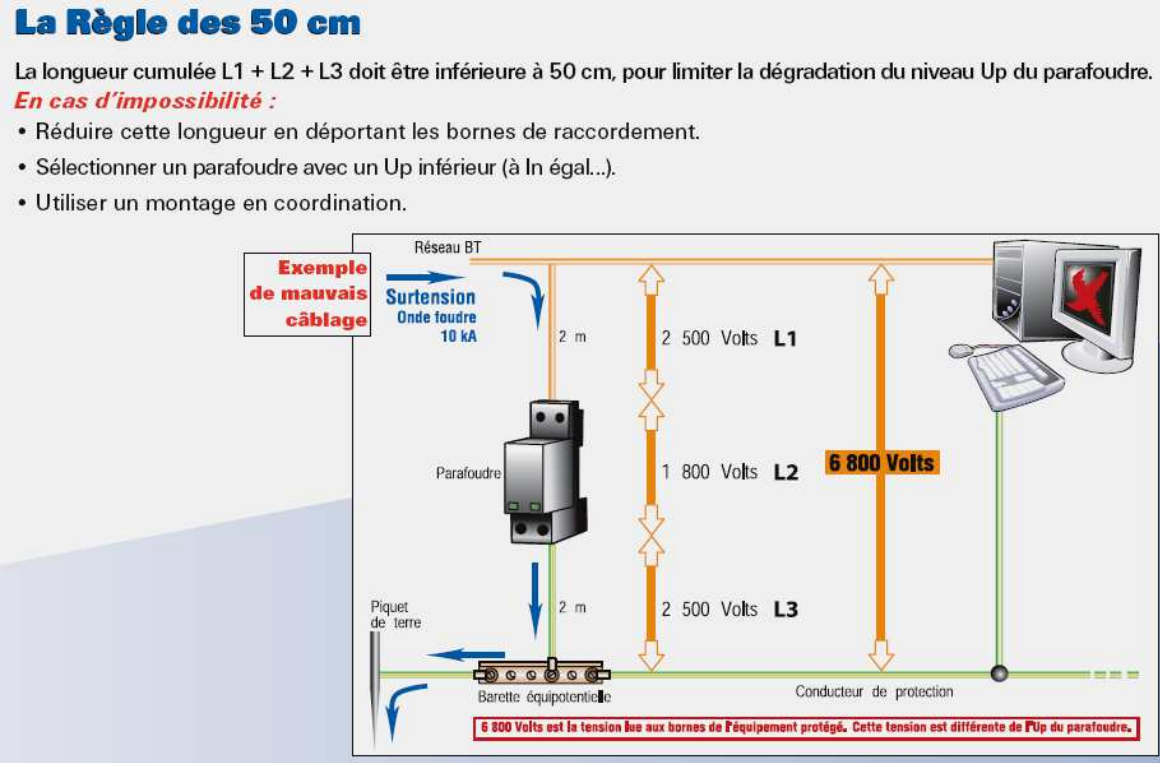
Ce second niveau est réalisé par des parafoudres dont la tension résiduelle, très basse, est adaptée à la sensibilité du matériel à protéger.

Ce concept s'appelle la « cascade » de parafoudres. La « cascade » dans la pratique :



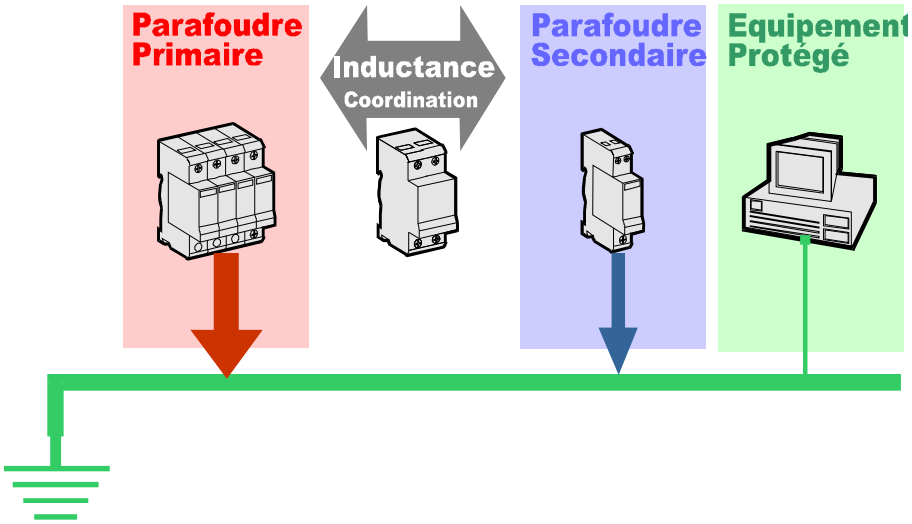
Le choix des parafoudres doit être fait en fonction de leur pouvoir d'écoulement en courant de décharge (facteur retenu pour les parafoudres primaires), de leur tension résiduelle (facteur important pour les parafoudres secondaires), de la tension nominale du réseau (généralement 400V triphasé), et du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

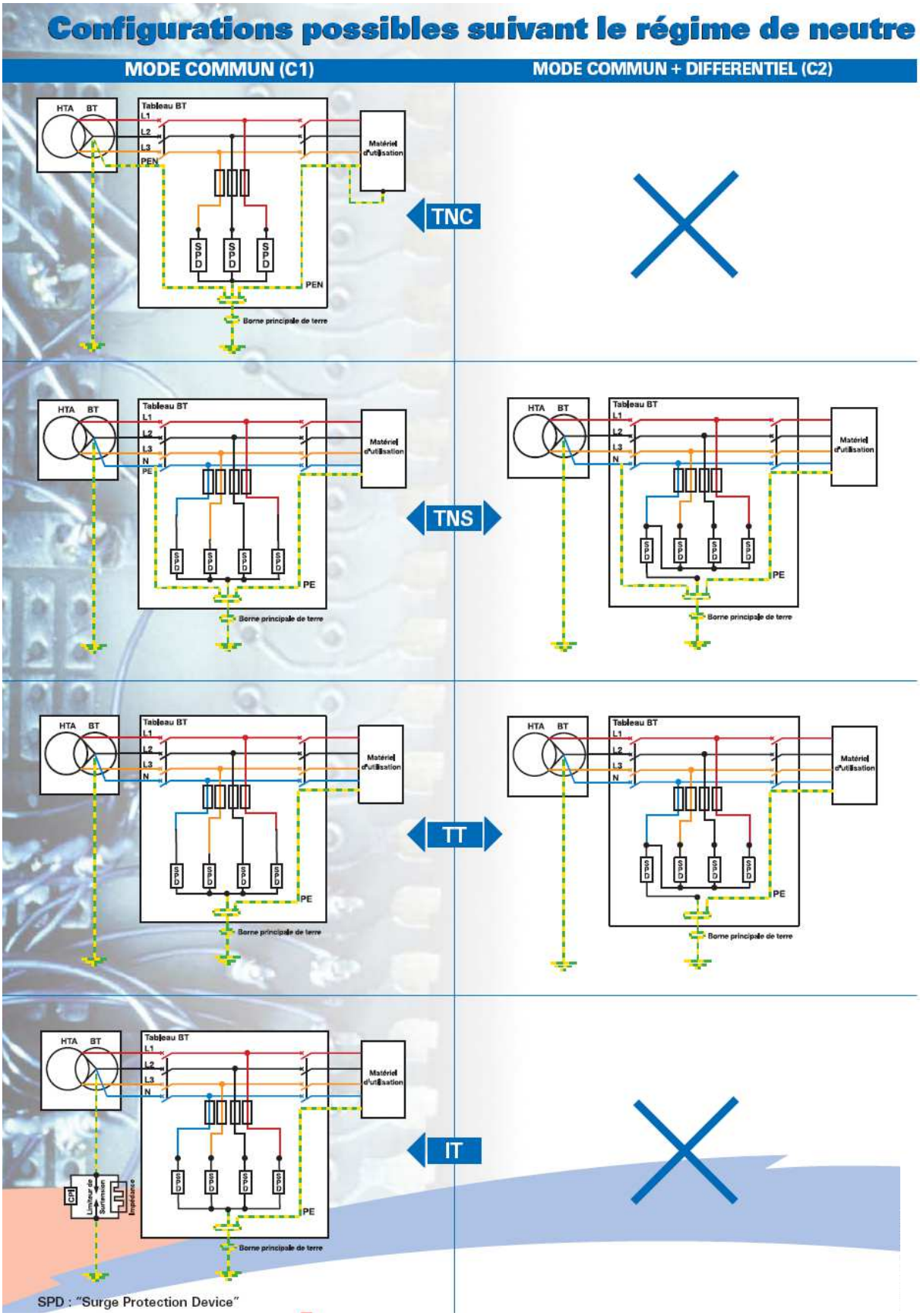
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court-circuit (Icc).



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)
HTA
BT
Tableau BT
L1
L2
L3
PEN
N
PE
Matériel d'utilisation
SPD
Borne principale de terre
TNC
TNS
TT
IT
Limiteur de Surtension
Impédance
SPD : "Surge Protection Device"

8.2. PRECONISATIONS

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

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

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

Nous distinguons :

Les systèmes passifs régis par la norme NF EN 62305-3 :
Cette technique de protection consiste à répartir sur le bâtiment à protéger, des dispositifs de capture à faible rayon de couverture (pour les pointes), des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

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

Le bâtiment nécessite un besoin de protection foudre de niveau IV.

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. Cela n'est pas adapté au bâtiment de grande superficie.

b) fils tendus,

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

c) conducteurs maillés,

A un coût acceptable, cette installation n'est pas adaptée à des bâtiments de grande superficie. 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 paratonnerres à dispositif d'amorçage, de point chaud ou d'inflammation. Si nous n'acceptons pas le risque de perforation l'épaisseur est amenée à 4 mm.

Nous ne pouvons pas accepter la perforation du bac acier du bâtiment au-dessus des matières combustibles stockées et des personnes présentes dans le bâtiment.

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 du bâtiment étudié.

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.

Pour garantir une certitude quant à la continuité électrique des éléments dissipateurs du courant de foudre, nous ne partons pas sur le choix de la structure naturelle. En effet la validation des critères de continuité sur une structure pouvant être mixte (métallique/béton) est très contraignante même lors de la construction.

b) conducteurs normalisés dédiés,

Du fait de la structure naturelle n'est pas envisagée, nous optons directement pour la solution des conducteurs dédiés aux PDA.

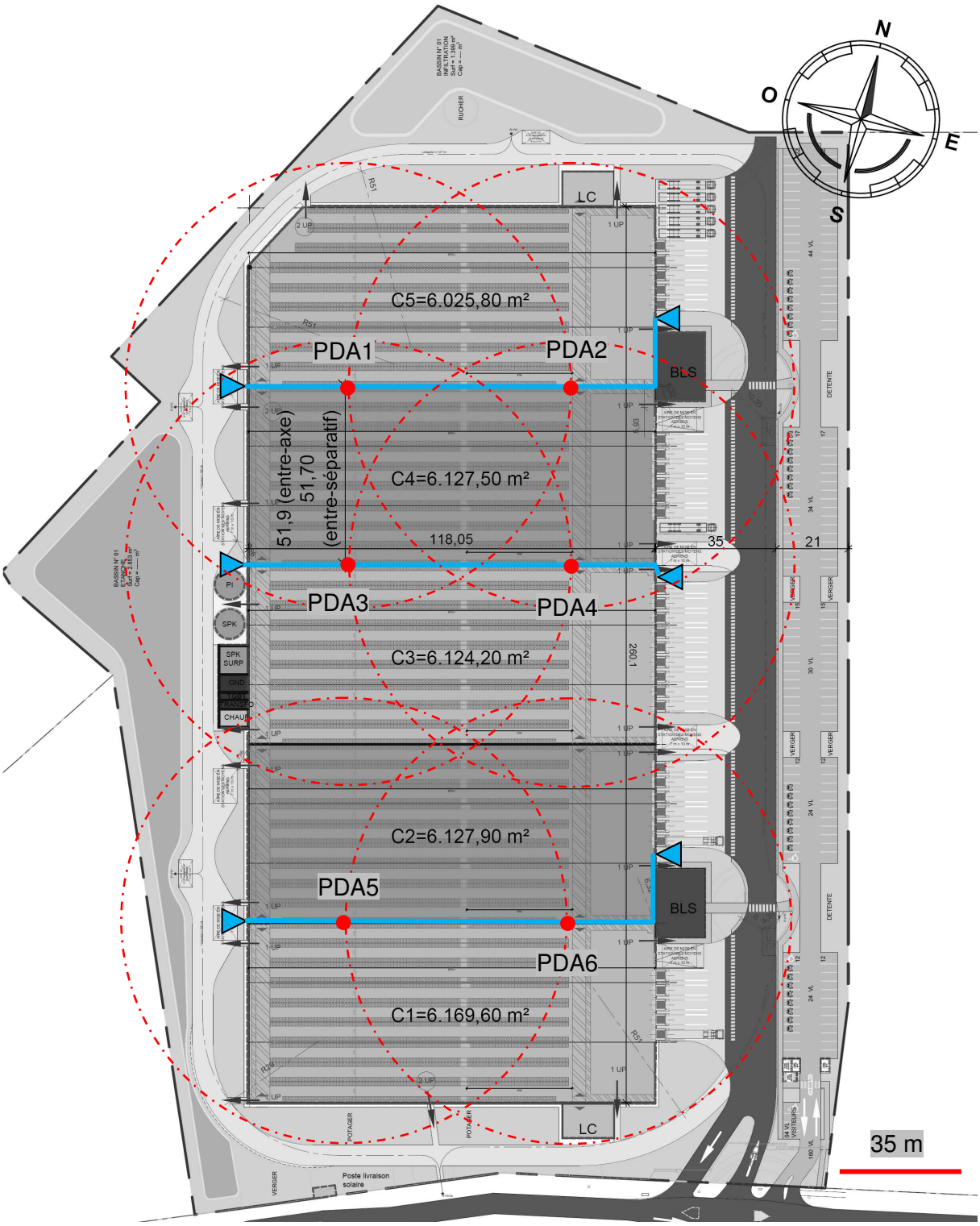
<u>Les prises de terre</u> peuvent être constituées par une combinaison quelconque des composants suivants :

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 mm^2 pour le cuivre (ou équivalent pour d'autre matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre.
Si c'est le cas il sera utilisé comme prise de terre paratonnerre. Le cas échéant il sera donc nécessaire de créer des prises de terre paratonnerres spécifiques de type A pour les descentes des PDA.

En pages suivantes les travaux à prévoir.

Plan de la protection foudre à prévoir



Cette implantation tient compte de la pose de panneaux solaires sur tout ou partie de la toiture

▲ Prise de terre et descente paratonnerre à créer —

6 PDA testables de 60µs (64 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)

TRAVAUX A EFFECTUER :

- Installation de 6 Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage testable. Chaque paratonnerre sera caractérisé par une avance à l'amorçage de 60µs et sera installé sur un mât de 5.50 m minimum. Chaque PDA pourra être testable à distance afin de réduire les coûts de vérification périodiques.

- Depuis chaque paratonnerre, réalisation d'un conducteur de descente normalisé et d'une mutualisation avec un second PDA en respect du plan.

- Respecter la distance de séparation en fonction du tableau.

  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 (en m)	s (en m)
1	0,03
2	0,06
3	0,09
4	0,12
5	0,15
10	0,30
15	0,45
20	0,60

  N.B : La distance de séparation est nulle pour les conducteurs cheminant sur des surfaces métalliques reliées au réseau général de terre.

- En partie basse des descentes, mise en place de :
  - Un joint de contrôle à 2 mètres du sol pour la mesure de la prise de terre paratonnerre,
  - Un fourreau de protection mécanique 2 mètres,
  - Un regard de visite ou un étrier au niveau du sol pour l'accès au raccordement.

- Un fond de fouille cuivre 50 mm² sera priorisé et utilisé comme prise de terre paratonnerre de type B. Il assurera également la mise en équipotentialité. 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.
  Le cas échéant chaque descente sera connectée à une prise de terre paratonnerre de type A. Une liaison équipotentielle avec le réseau de terre électrique sera mise en place pour chaque prise de terre paratonnerre. Elle devra être déconnectable.

- Réalisation d'une liaison équipotentielle entre chaque prise de terre paratonnerre et la terre générale BT du site par un système permettant la déconnexion (soit via type B ou spécifique).

- Installation d'un compteur de coups de foudre chaque descente.

- 1 affichette de prévention sera apposée en partie basse de chaque descente.

  (*) conforme à la NF C 17 102

Remarque 1 :

Les travaux devront être effectués par un professionnel agréé Qualifoudre INERIS .

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

Remarque 2 :

Les IEPF devront répondre aux différentes normes produits afférentes aux séries NF EN 62 561-1 à -7.
Les PDA doivent être conformes à la NF C 17 102 de septembre 2011.

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

8.2.2.1. Rappel Général

DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES DE TYPE 1

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

1. ECOULEMENT DU COURANT DE FOUDRE

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

- les différentes prises de terre (50% de I),
- et les éléments conducteurs et les lignes extérieures à hauteur d'une valeur If (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 $$I_f = k_e I \quad \text{(E.1)}$$

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

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

2. DIMENSIONNEMENT DES PARAFOUDRES

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

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

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

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	
Soit 50% de I			100	75	50	

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 :

a) du nombre de lignes de l'alimentation électrique extérieure du bâtiment (donc selon régime du neutre, de leur nombre de fils respectifs)
b) des éventuelles autres lignes extérieures (telles que les alimentations d'éclairages extérieurs)
c) 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 :

		Niveau de Protection			
		I	II	III	IV
	Nombre de fils par ligne	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 (L1+L2+L3) < 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 coté du tableau.

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

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

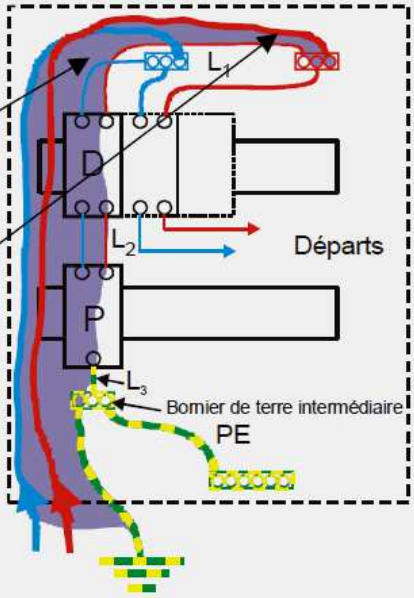


Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique

Rappel 3 :

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

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

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

8.2.2.2. Liste des Parafoudres de type I+II

Le(s) TGBT(s) aux locaux techniques seront à protéger contre les effets indirects de la foudre de niveau Np = IV. Des parafoudres de type I+II sont donc nécessaires.

Les parafoudres de type I+II devront répondre aux caractéristiques suivantes (*) :

- Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 253V (régime de neutre TT/TN) ou 400V (régime de neutre IT),**
- Un courant maximal de décharge **I_{imp} ≥ 12,5 kA** (en onde 10/350 µs),
- Un courant nominal **I_n ≥ 5 kA** (en onde 8/20 µs),

Nous prenons en compte les lignes entrantes et sortantes décrites dans l'ARF (2 lignes), et le niveau de protection le plus sévère du site à savoir le IV.

Soit n, le nombre de réseau (2 lignes),
Soit m, le nombre de conducteurs de la ligne électrique (3 pôles minimum)

Iimp = courant de crête selon Np/(nxm) = 50/6= 8.333kA. La norme impose une valeur minimale I_{imp} ≥ 12,5 kA.

- Un niveau de protection (tension résiduelle sous I_{imp}) **Up ≤ 1.5 kV**,
- Icc parafoudres **> Icc TGBT=> à définir,**
- Adaptés au régime de neutre,
- Longueur totale de câblage **< 50 cm**,
- Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion.**

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

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

Schéma explicatif

I.1.2 Partage du courant de foudre dans une structure

La figure I.1 montre un exemple caractéristique de partage du courant dans le cas d'un coup de foudre direct sur la structure. Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe D.

NOTE 1 Le courant de choc de foudre combine deux paramètres clés. Le premier correspond au temps de montée rapide qui est utile pour déterminer la valeur de la tension due à des effets inductifs. Le second paramètre correspond à la longue durée de l'impulsion qui se rapporte essentiellement à l'énergie du coup de foudre. Aucun effet à haute fréquence n'est observé à cette période ultérieure, ce qui permet d'utiliser une résistance ohmique pour calculer la distribution du courant.

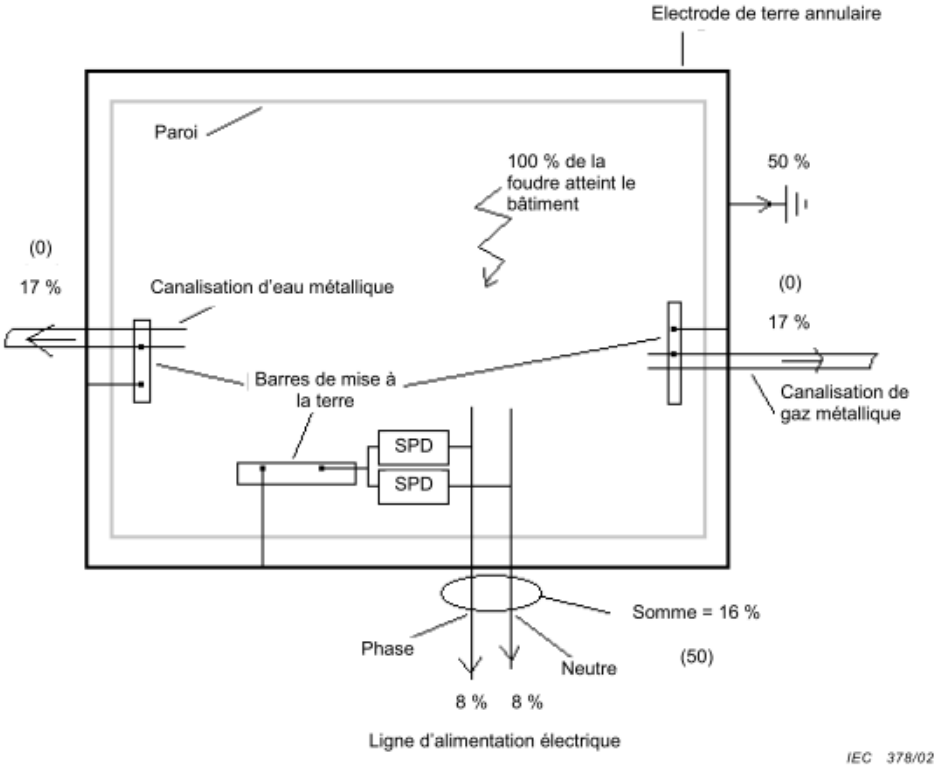
Lorsqu'aucune évaluation individuelle (par exemple par le calcul) n'est possible, il est possible de supposer que 50 % du courant de foudre total (I) pénètre par la borne de terre des systèmes de protection contre la foudre de la structure considérée. Les 50 % restants du courant (I_s), sont distribués entre les divers raccordements de service pénétrant dans la structure, tels que les parties conductrices externes, l'alimentation électrique, les lignes de communication, etc. La valeur du courant s'écoulant dans chaque raccordement de service (I_i) peut être estimée en utilisant $I_i = I_s/n$, où n est le nombre de raccordements de service.

Pour l'évaluation du courant s'écoulant dans des conducteurs individuels, désigné par I_v, dans un câble non blindé, le courant I_i s'écoulant dans le câble est divisé par le nombre de conducteurs m, avec $I_v = I_i/m$.

Dans le cas d'un câble blindé, les deux extrémités doivent être reliées à la terre directement ou par l'intermédiaire d'un parafoudre. Dans ce cas, la partie principale du courant de foudre s'écoulant dans le câble ira dans le blindage (habituellement 50 %) et une faible partie du courant s'écoulera dans les conducteurs internes. Dans tous les cas, il convient d'installer des parafoudres aussi près que possible du point de métallisation du blindage.

NOTE 2 Pour les parafoudres, les valeurs préférentielles de $I_{crête}$ ou de I_{max} correspondent à I_v.

NOTE 3 Il est possible de traiter de manière similaire les coups de foudre directs atteignant des lignes aériennes.



NOTE Les valeurs entre parenthèses sont applicables lorsqu'il n'y a aucune canalisation métallique.

Figure I.1 – Exemple d'écoulement du courant dans les raccordements externes de service (schéma TT)

Pour information, vous trouverez ci-après le document « processus de choix et installation des déconnecteurs des parafoudres de type 1 » établi selon la note Inéris du 17/12/13.

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

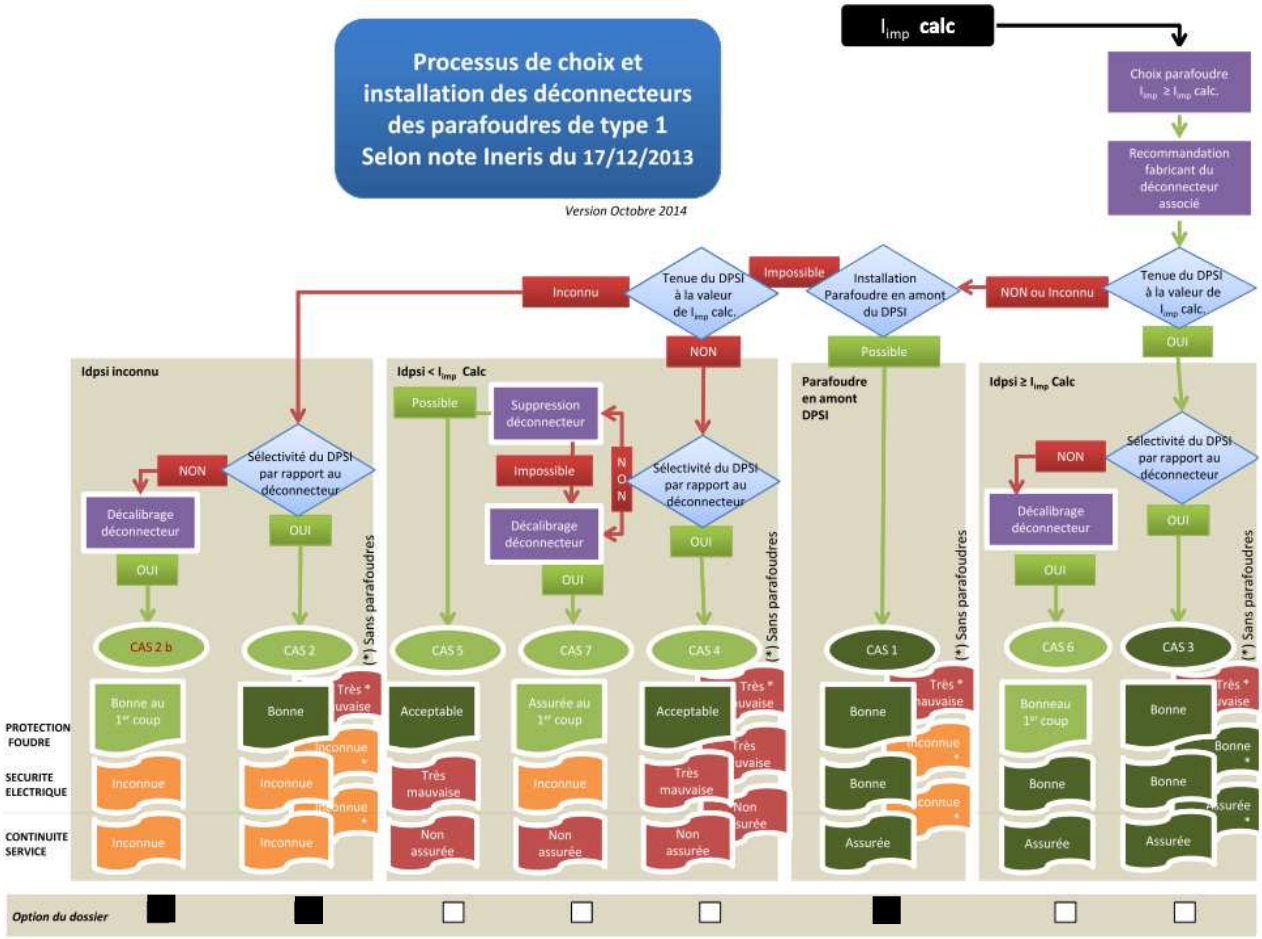
> Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document).
> Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

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

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

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

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



8.2.2.3. Liste des Parafoudres de type II

Les équipements à protéger retenus par l'ARF sont :

- Centrale de détection incendie générale,
- Hypothèse d'une centrale de détection gaz,
- Hypothèse d'une centrale de détection gaz NH_3,
- Système sprinkler.

Des parafoudres de type II seront mis en place en respect de la règle ci-dessous :

La longueur des câbles d'alimentation entre l'EIPS et l'armoire électrique l'alimentant devra être mesurée. Si elle est inférieure à 10 mètres les parafoudres de type II seront placés sur l'armoire électrique en question. Si elle excède 10 mètres, les parafoudres de type II seront placés directement sur l'EIPS.

Enfin selon la même règle des 10 mètres les parafoudres de type I+II préconisait précédemment sur le TGBT peuvent suffire à la protection de l'EIPS.

En cas de parafoudres de type II, ils auront les caractéristiques suivantes :

- Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 253/400V,**
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) **In ≥ 5 kA**
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous In) **Up ≤ 1.5 kV**
- Ils seront accompagnés d'**un dispositif de déconnexion**
- La longueur de câblage respectera **les 50 cms requis**

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

8.2.2.4. Equipotentialité

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

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

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

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

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

Nous pouvons citer les canalisations de gaz et d'eau si métallique, les cuves d'eau sprinkler et PI ainsi que la canalisation principale d'eau du local sprinkler.

Document joint => Equipotentialité (Annexe 4)

8.3. Qualification des entreprises travaux

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

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

Aussi, les travaux devront être effectués par un professionnel agréé Qualifoudre INERIS

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

9. CONTRÔLE PERIODIQUE

9.1. Vérification initiale

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

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

9.2. Vérifications périodiques

Il dispose 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. »

9.3. Vérification selon la NF C 17 102

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

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

Cette vérification porte au moins sur les points suivants :

- le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée ;
- le PDA a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution ;
- le nombre de conducteurs de descente ;
- la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente ;
- la fixation des différents composants ;
- les distances de séparation et/ou liaisons équipotentielles ;
- la résistance des prises de terre ;
- l'équipotentialité de la prise de terre du SPF avec celle du bâtiment.

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

8.5 Vérification visuelle

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

- aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- l'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- la continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- la distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentielles est suffisant et leur état est correct ;
- l'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.7).

8.6 Vérification complète

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

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

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

9.4. Vérifications selon la norme NF EN 62 305-4

8.2 Inspection d'un SMPI

L'inspection comprend la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles et les mesures d'essai. Les objectifs d'une inspection sont de vérifier que

- le SMPI est conforme à sa conception;
- le SMPI est apte à sa fonction;
- toute nouvelle mesure de protection est intégrée de manière correcte dans le SMPI.

Les inspections doivent être effectuées

- lors de l'installation du SMPI,
- après l'installation du SMPI,
- périodiquement,
- après toute détérioration de composants du SMPI,
- si possible après un coup de foudre sur la structure (identifié par exemple par un compteur de foudre ou par un témoin ou encore si une évidence visuelle est constatée sur un dommage de la structure).

La fréquence des inspections périodiques doit être fixée selon les considérations suivantes:

- l'environnement local, tel que le sol ou l'atmosphère corrosive;
- le type des mesures de protection utilisées.

8.2.1 Procédure d'inspection

8.2.1.1 Vérification de la documentation technique

Après l'installation d'un nouveau SMPI la documentation technique doit être vérifiée pour contrôler sa conformité avec les normes appropriées, et constater l'achèvement du système. Par suite, la documentation technique doit être mise à jour d'une façon régulière, par exemple après détérioration ou extension du SMPI.

8.2.1.2 Inspection visuelle

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que

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

8.2.1.3 Mesures

Pour les parties des mises à la terre et des équipotentialités non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

8.2.2 Documentation pour l'inspection

Il convient de préparer un guide d'inspection pour la rendre plus facile. Il est recommandé que le guide contienne suffisamment d'informations pour aider l'inspecteur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes d'essai et l'enregistrement des résultats d'essais.

L'inspecteur doit préparer un rapport devant être annexé au rapport de conception et aux précédents rapports d'inspection. Le rapport d'inspection doit comporter au moins les informations relatives à:

- l'état général du SMPI ,
- toute(s) déviation(s) par rapport aux exigences de conception;
- les résultats des essais effectués.

8.3 Maintenance

Après l'inspection, tout défaut relevé doit être réparé sans délai et si nécessaire, la documentation technique doit être mise à jour.

9.5. 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.

9.6. Maintenance

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, la remise en état 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 5)
Document joint => Notice de vérification et de maintenance (Fin du document)

10. LA PROTECTION DES PERSONNES

10.1. Détection, enregistrement et mesures de sécurité

10.1.1. La détection d'orage et l'enregistrement

La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTC C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.

De plus, les agressions sur le site doivent être enregistrées.

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

10.1.2. Les mesures de sécurité

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

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

Par exemple :

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

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

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

Elle stipulera qu'en période orageuse :

- Tous travaux en toiture des bâtiments,

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

- Pas d'intervention sur le réseau électrique,

10.2. Tension de contact et de pas

10.2.1. Tension de contact

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

10.2.2. Tension de pas

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

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

Nous imposons la mise en place de ces dispositions en partie basse des descentes paratonnerres car la probabilité que des personnes se trouvent à proximité de celles-ci en période orageuse n'est pas nulle.

11. ANNEXES

Annexe 1 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Annexe 2 => Compte rendu Analyse de Risque (Protec)

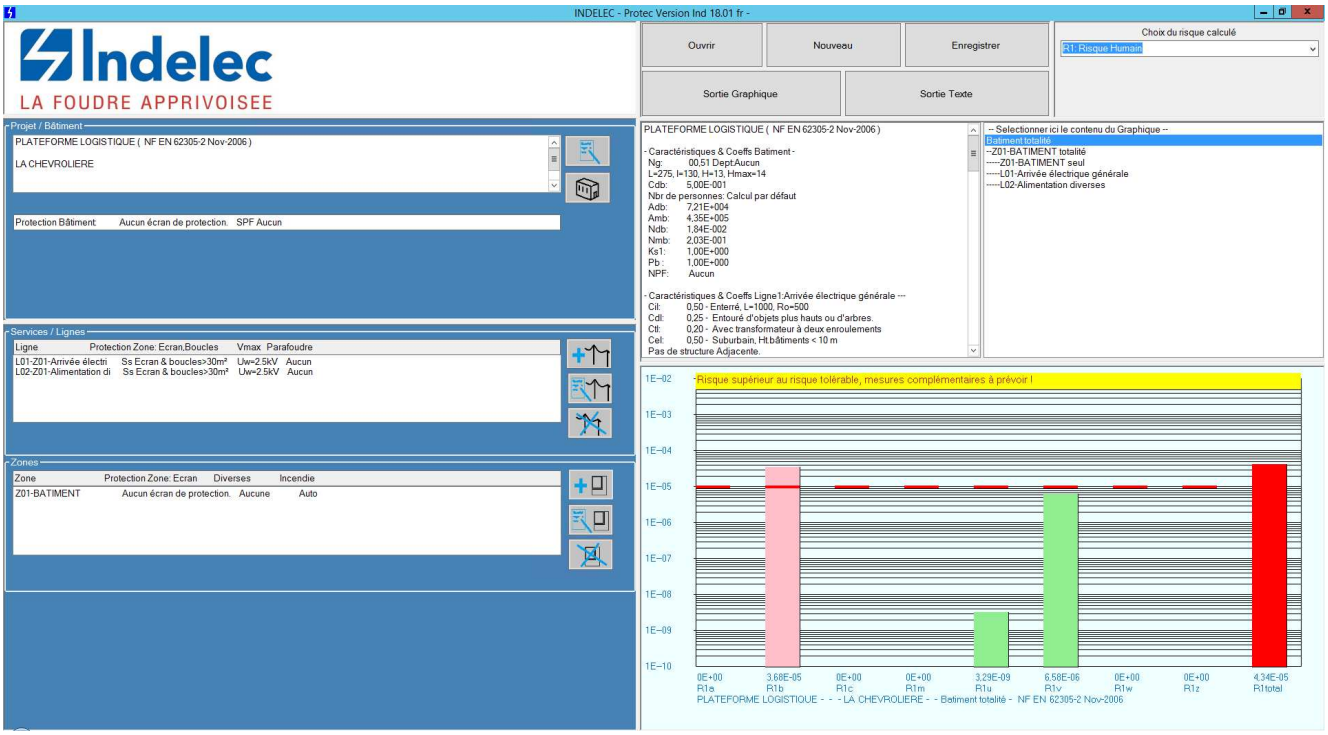
Annexe 3 => Distance de séparation

Annexe 4 => Equipotentialité

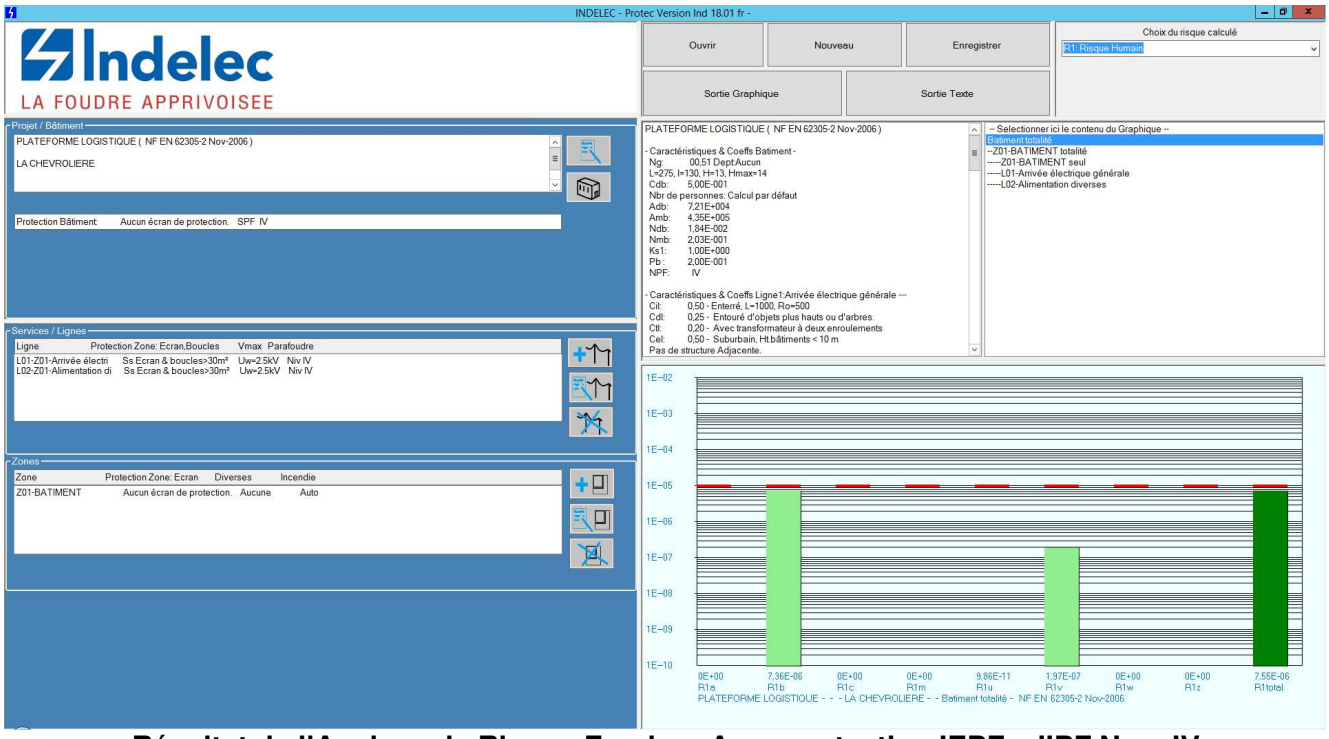
Annexe 5 => Carnet de Bord Qualifoudre

11.1. Annexe 1 => Visualisation des risques R1 avec et sans protection

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : PLATEFORME LOGISTIQUE LA CHEVROLIERE



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



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

11.2. Annexe 2 => Compte rendu Analyse de Risque (Protec)

BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur :

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

INDELEC - Protec Version Ind 18.01 fr - (NF EN 62305-2 Nov-2006)
PLATEFORME LOGISTIQUE - LA CHEVROLIERE

Associations Zones-Lignes:
Batiment totalité
--Z01-BATIMENT totalité
-----Z01-BATIMENT seul
-----L01-Arrivée électrique générale
-----L02-Alimentation diverses

--- Liste des Mesures de protections: ---
Bâtiment entier:
Protection Bâtiment: Aucun écran de protection. SPF IV
Lignes:

Ligne	Protection Zone: Ecran,Boucles	Vmax	Parafoudre
L01-Z01-Arrivée électri	Ss Ecran & boucles>30m²	Uw=2.5kV	Niv IV
L02-Z01-Alimentation di	Ss Ecran & boucles>30m²	Uw=2.5kV	Niv IV

Zones:

Zone	Protection Zone: Ecran	Diverses	Incendie
Z01-BATIMENT	Aucun écran de protection.	Aucune	Auto

Paramètres-Calculs-Résultats:
PLATEFORME LOGISTIQUE (NF EN 62305-2 Nov-2006)

- Caractéristiques & Coeffs Batiment -
Ng: 00,51 Dept:Aucun
L=275, l=130, H=13, Hmax=14
Cdb: 5,00E-001
Nbr de personnes: Calcul par défaut
Adb: 7,21E+004
Amb: 4,35E+005

Ndb: 1,84E-002
Nmb: 2,03E-001
Ks1: 1,00E+000
Pb : 2,00E-001
NPF: IV

- Caractéristiques & Coeffs Ligne1:Arrivée électrique générale ---
Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500
Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.
Ctl: 0,20 - Avec transformateur à deux enroulements
Cel: 0,50 - Suburbain, Ht.bâtiments < 10 m
Pas de structure Adjacente.
Ada: 0,00E+000
Al : 2,15E+004
Ai : 5,59E+005
Nda: 0,00E+000
Nl : 5,48E-004
Ni : 2,85E-002
Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques & Coeffs Ligne2:Alimentation diverses ---
Cil: 0,50 - Enterré, L=1000, Ro=500
Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.
Ctl: 1,00 - Service uniquement
Cel: 0,50 - Suburbain, Ht.bâtiments < 10 m
Pas de structure Adjacente.
Ada: 0,00E+000
Al : 2,15E+004
Ai : 5,59E+005
Nda: 0,00E+000
Nl : 2,74E-003
Ni : 1,43E-001
Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques et Coeffs Zone1:BATIMENT ---
Nb Personnes: Calcul par défaut
Type de zone: Industriel et commercial.
Danger particulier: Faible niveau panique (<2 étages et <100 personnes).
Héritage Culturel: Aucune perte d'héritage culturel.
Risque Service Public: Aucun
Risque Incendie: Elevé
Type de Sol: Agricole, béton (Rc d 1k©)
Hz : 2,00E+000
Ks2: 1,00E+000
rf : 1,00E-001
rp : 2,00E-001
rt,ra,ru : 1,00E-002
hc : 0,00E+000
Lt1: 1,00E-004
Lf1: 5,00E-002
Lo1: 0,00E+000
pta: 1,00E+000

Pa : 1,00E+000
Pb : 2,00E-001
- Zone1 Ligne1:Arrivée électrique générale ---
Ks3: 1,00E+000
Ks4: 6,00E-001
Pld: 1,00E+000
Pli: 4,00E-001
Uw : 2,50E+000
spd-Pc: 3,00E-002
pms-Pm: 3,00E-002
Pu : 3,00E-002
Pv : 3,00E-002
Pw : 3,00E-002
Pz : 3,00E-002
- Zone1 Ligne2:Alimentation diverses ---
Ks3: 1,00E+000
Ks4: 6,00E-001
Pld: 1,00E+000
Pli: 4,00E-001
Uw : 2,50E+000
spd-Pc: 3,00E-002
pms-Pm: 3,00E-002
Pu : 3,00E-002
Pv : 3,00E-002
Pw : 3,00E-002
Pz : 3,00E-002
- Cumul Pc et Pm pour Zone1:BATIMENT ---
Pc : 5,91E-002
Pm : 5,91E-002
Détail du Risque par zone

- Risque Zone1:BATIMENT ---
- Zone:BATIMENT ---
R1a : 0,00E+000
R1b : 7,36E-006
R1c : 0,00E+000
R1m : 0,00E+000
- Ligne1:Arrivée électrique générale ---
R1u : 1,64E-011
R1v : 3,29E-008
R1w : 0,00E+000
R1z : 0,00E+000
- Ligne2:Alimentation diverses ---
R1u : 8,22E-011
R1v : 1,64E-007
R1w : 0,00E+000
R1z : 0,00E+000

-- Détail du Risque total R1:
-Sur structure et sa proximité:
R1a : 0,00E+000
R1b : 7,36E-006

R1c : 0,00E+000
R1m : 0,00E+000
Sur Lignes et leur proximités:
R1u : 9,86E-011
R1v : 1,97E-007
R1w : 0,00E+000
R1z : 0,00E+000

Sur Totalité: R1tot: 7,55E-006

11.3. Annexe 3 => Distance de séparation

NFC 17102

5.6 Distance de séparation

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

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

où :

k_i dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;

k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;

k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;

l est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

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

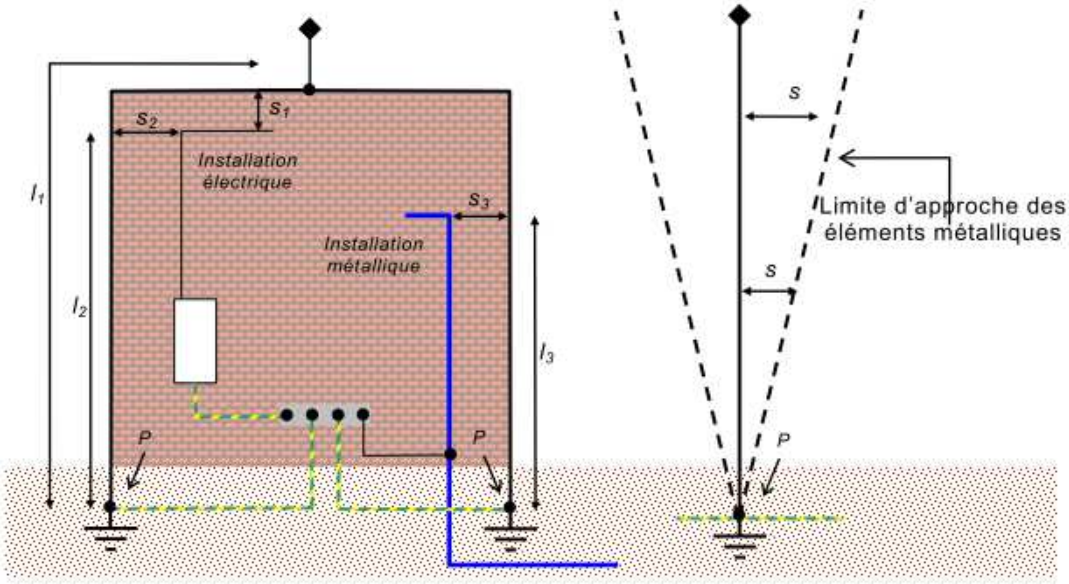


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (*P*)

Tableau 3 – Valeurs du coefficient k_i

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

Tableau 4 – Valeurs du coefficient k_m

Matériau	k_m
Air	1
Béton, briques	0,5

NOTE 1 Si plusieurs matériaux isolants sont en série, une bonne pratique est de choisir la valeur la plus faible de k_m.

NOTE 2 Si d'autres matériaux isolants sont utilisés, il convient que le fabricant fournisse des conseils en matière de construction et la valeur de k_m.

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

Tableau 5 – Valeurs du coefficient k_c

Nombre de conducteurs de descente n	k_c	
	Disposition de terre de type A1 ou A2	Disposition de terre de type B
1	1	1
2	0,75 c)	1... 0,5 a)
3	0,60 b,c)	1 ...1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)
4 et plus	0,41 b,c)	1 ...1/n (voir Figures E.1 et E.2) a,b)

a) Voir l'Annexe E

b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées.

c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris k_c = 1.

NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.

11.4. Annexe 4 => Equipotentialité

6 Installation intérieure du système de protection contre la foudre

6.1 Généralités

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

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

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

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

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

Les étincelles dangereuses peuvent être évitées à l'aide:

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

6.2 Liaison équipotentielle de foudre

6.2.1 Généralités

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

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

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

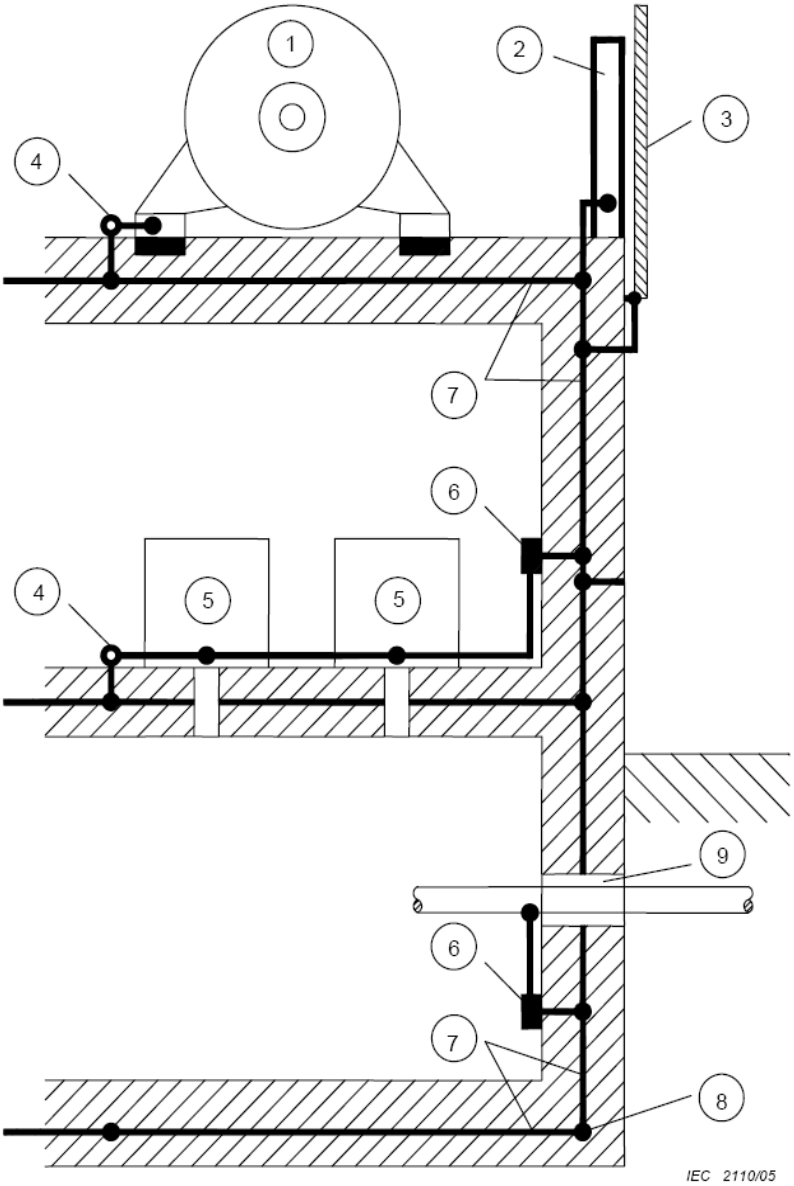
Les moyens d'interconnexion peuvent être:

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

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

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

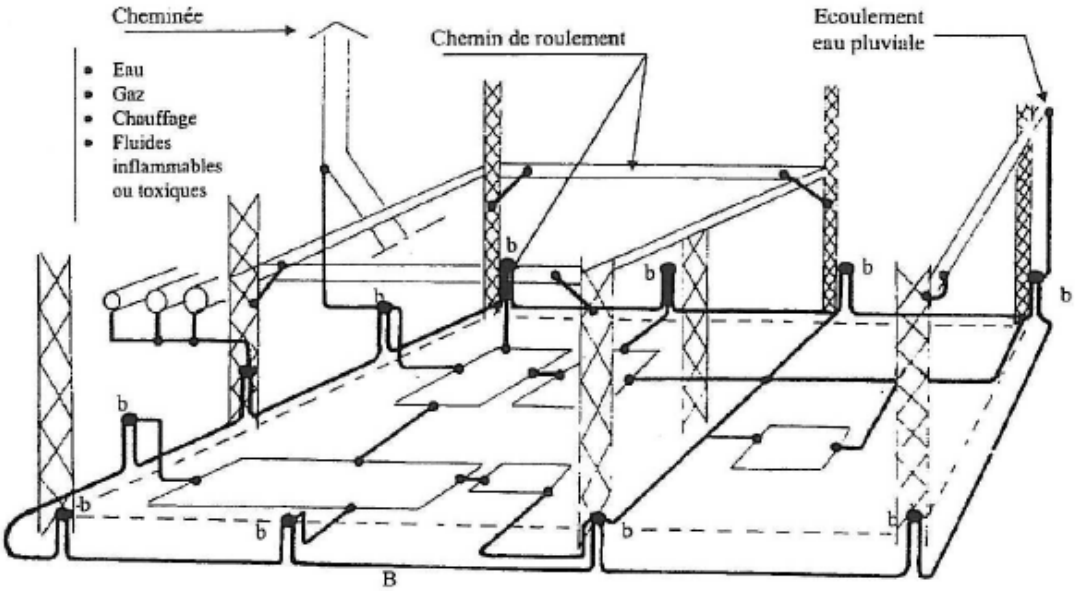
NOTE Si un système de protection est installé, des parties métalliques extérieures à la structure à protéger peuvent être affectées. Il convient que cela soit pris en compte lors de la conception. Des équipotentialités avec des parties métalliques extérieures peuvent aussi être nécessaires.



Légende

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

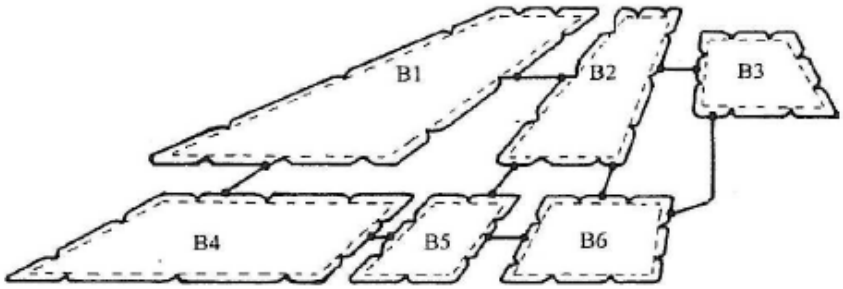
*Fig. 5.1 – **Exemple de réseau équipotentiel (plan de masse)***



LEGENDE :

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

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



11.5. Annexe 5 => Carnet de Bord Qualifoudre

Qualifoudre
INERIS

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

_____

Désignation de l'Établissement : _____

_____

Adresse de l'Établissement : _____

_____

Adresse du Siège Social : _____

_____

_____

_____

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Etablissement.
Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.
Il ne peut sortir de l'Etablissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

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

Qualifoudre

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...)

Qualifoudre INERIS

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

Qualifoudre INERIS

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

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

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

BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

Protection contre la foudre

Certification Qualifoudre INERIS 051166662007

Notice de vérification et de maintenance

PLATEFORME LOGISTIQUE

ZAC de Tournebride
La Chevrolière - 44118

Rédacteur **: *C. LIBBRECHT*** ***Date*** ***: 20/05/2021***

444, rue Léo Lagrange 59500 DOUAI – Tél : 0327996389 – Fax : 03 27 99 00 94 – email : bcm@bcmfoudre.fr
SAS au capital de 120 000 € - RCS DOUAI 400 732 681 – SIRET 400 732 681 00020 – APE 7112 B –
TVA FR 37 400732 681
Centres techniques à Bordeaux – Douai – Lyon – Paris – Rennes –Strasbourg
www.bcmfoudre.fr

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

Indice de révision	Date	Objet de l'évolution	Nom et signatures	
			Rédacteur	Vérificateur
0	20/05/21	Version initiale	CL	TK

SOMMAIRE

1. **LISTE ET LOCALISATION DES PROTECTIONS CONTRE LA FOUDRE** **Page 4**

   1.1 Les IEPF **Page 4**

   1.2 Les IIPF **Page 6**

   1.3 Prévention **Page 6**

2 **VERIFICATION DES PROTECTIONS FOUDRE** **Page 7**

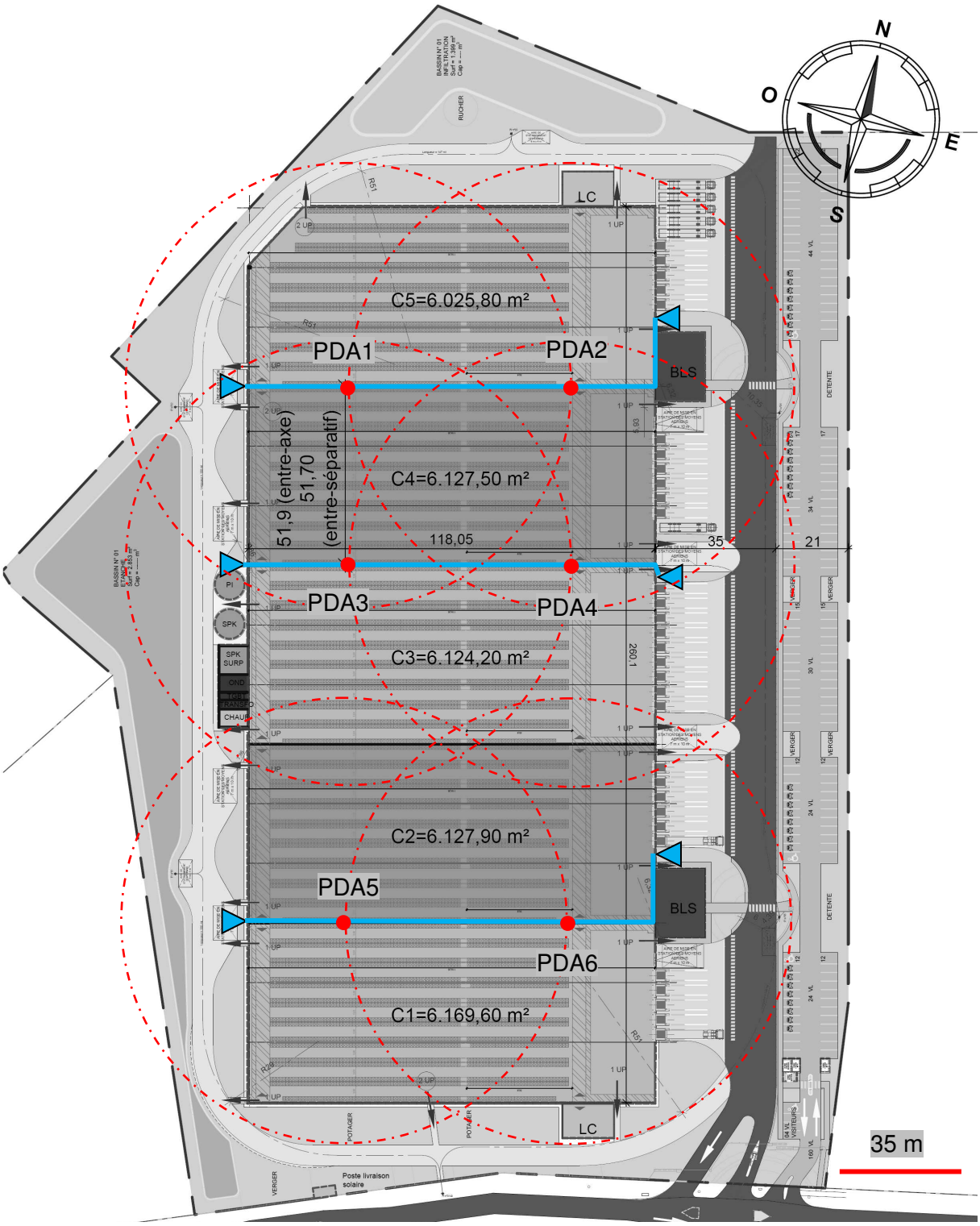
1. Liste et localisation des protections contre la foudre

1.1 Les IEPF :

- 6 PDA testables de 60µs,
- 6 mâts supports de 5.50 m minimum,
- 6 descentes paratonnerres en conducteur normalisé,
- Mutualisation des PDA (2 par 2),
- 6 joints de contrôle,
- 6 gaines de protection basse,
- 6 compteurs d'impact,
- 1 prise de terre paratonnerre de type B (Boucle à fond de fouille cuivre 50 mm²) avec au pied de chaque conducteur de descente, une électrode horizontale de longueur 4 m minimum ou à une électrode verticale de longueur 2 m ou 6 prises de terre paratonnerres de type A,
- Liaison équipotentielle assurée par le fond de fouille cuivre 50 mm² ou 2 liaisons équipotentielles avec les prises de terre paratonnerres de type A,
- 6 affichettes de prévention,
- Distance de séparation suivante :

l (en m)	s (en m)
1	0,03
2	0,06
3	0,09
4	0,12
5	0,15
10	0,30
15	0,45
20	0,60

Plan



▲ Prise de terre et descente paratonnerre —

6 PDA testables de 60µs (64 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)

1.2 Les IIPF :

- Parafoudres de type I+II sur :

  - TGBT(s)

    Caractéristiques :
    - Uc ≥ 253 V (régime TT/TN) ou 400 V (régime IT),
    - Up ≤ 1.5kV,
    - Iimp ≥ 12.5 kA,
    - In ≥ 5 kA,
    - Icc parafoudre > Icc TGBT,
    - 1 dispositif de déconnexion,
    - Adapté au régime de neutre,
    - Longueur de câblage < 50 cm.

- Parafoudres de type II sur :

  - Centrale de détection incendie générale,
  - Hypothèse d'une centrale de détection gaz,
  - Hypothèse d'une centrale de détection gaz NH_3,
  - Système sprinkler.

  Parafoudres de type II sur l'armoire électrique divisionnaire alimentant chaque EIPS ou directement sur l'EIPS => en respect de la régle dite des 10 mètres (ou aucun si les EIPS sont à moins de 10 mètres d'un parafoudre de type I+II).

  Caractéristiques :
  - Uc ≥ 253 V (régime TT/TN) ou 400 V (régime IT),
  - In ≥ 5 kA
  - Up ≤ 1.5 kV
  - 1 dispositif de déconnexion
  - Longueur de câblage < 50 cm.

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

- Equipotentialité des canalisations de gaz et d'eau si métallique, des cuves d'eau sprinkler et PI ainsi que la canalisation principale d'eau du local sprinkler.

1.3 La prévention :

- 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.

- Procédure stipulant en période orageuse l'interdiction :

  - D'accès en toiture du bâtiment,
  - D'intervention sur le réseau électrique,
  - De proximité avec les installations paratonnerres.

2. Vérification des protections foudre

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. »

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. »

Vérification selon la NF C 17 102

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

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

Cette vérification porte au moins sur les points suivants :

- le PDA se trouve à au moins 2 m au-dessus de tout objet situé dans la zone protégée ;
- le PDA a les caractéristiques indiquées dans le dossier d'exécution ;
- le nombre de conducteurs de descente ;
- la conformité des composants du SPF à dispositif d'amorçage au présent document, aux normes de la série NF EN 50164, NF EN 61643, par marquage par déclaration ou par documentation ;
- le cheminement, emplacement et continuité électrique des conducteurs de descente ;
- la fixation des différents composants ;
- les distances de séparation et/ou liaisons équipotentielles ;
- la résistance des prises de terre ;
- l'équipotentialité de la prise de terre du SPF avec celle du bâtiment.

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

8.5 Vérification visuelle

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

- aucun dommage relatif à la foudre n'est relevé ;
- l'intégrité du PDA n'est pas modifiée ;
- aucune extension ou modification de la structure protégée ne requiert l'application de mesures complémentaires de protection contre la foudre ;
- la continuité électrique des conducteurs visibles est correcte ;
- toutes les fixations des composants et toutes les protections mécaniques sont en bon état ;
- aucune pièce n'a été détériorée par la corrosion ;
- la distance de séparation est respectée, le nombre de liaisons équipotentielles est suffisant et leur état est correct ;
- l'indicateur de fin de vie des dispositifs des parafoudres est correct ;
- les résultats des opérations de maintenance sont contrôlés et consignés (voir 8.7).

8.6 Vérification complète

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

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

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

8.7 Maintenance

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

8.2 Inspection d'un SMPI

L'inspection comprend la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles et les mesures d'essai. Les objectifs d'une inspection sont de vérifier que

- le SMPI est conforme à sa conception;
- le SMPI est apte à sa fonction;
- toute nouvelle mesure de protection est intégrée de manière correcte dans le SMPI.

Les inspections doivent être effectuées

- lors de l'installation du SMPI,
- après l'installation du SMPI,
- périodiquement,
- après toute détérioration de composants du SMPI,
- si possible après un coup de foudre sur la structure (identifié par exemple par un compteur de foudre ou par un témoin ou encore si une évidence visuelle est constatée sur un dommage de la structure).

La fréquence des inspections périodiques doit être fixée selon les considérations suivantes:

- l'environnement local, tel que le sol ou l'atmosphère corrosive;
- le type des mesures de protection utilisées.

8.2.1 Procédure d'inspection

8.2.1.1 Vérification de la documentation technique

Après l'installation d'un nouveau SMPI la documentation technique doit être vérifiée pour contrôler sa conformité avec les normes appropriées, et constater l'achèvement du système. Par suite, la documentation technique doit être mise à jour d'une façon régulière, par exemple après détérioration ou extension du SMPI.

8.2.1.2 Inspection visuelle

Une inspection visuelle doit être réalisée pour vérifier que

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

8.2.1.3 Mesures

Pour les parties des mises à la terre et des équipotentialités non visibles lors de l'inspection, il convient que des mesures de continuité soient effectuées.

8.2.2 Documentation pour l'inspection

Il convient de préparer un guide d'inspection pour la rendre plus facile. Il est recommandé que le guide contienne suffisamment d'informations pour aider l'inspecteur dans sa tâche, de manière qu'il puisse documenter tous les aspects de l'installation et des composants, les méthodes d'essai et l'enregistrement des résultats d'essais.

L'inspecteur doit préparer un rapport devant être annexé au rapport de conception et aux précédents rapports d'inspection. Le rapport d'inspection doit comporter au moins les informations relatives à:

- l'état général du SMPI ,
- toute(s) déviation(s) par rapport aux exigences de conception;
- les résultats des essais effectués.

8.3 Maintenance

Après l'inspection, tout défaut relevé doit être réparé sans délai et si nécessaire, la documentation technique doit être mise à jour.

Rapport de vérification et maintenance

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

Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, la remise en état 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).

BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

FICHE DE CONTROLE PDA

Fiche n°……

Vérification effectuée le : …../…../….. Par M……

INSTALLATION EXTERIEURE DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (IEPF)				
DISPOSITIF *(NORME PRODUIT)*	**COMPOSANT DU DISPOSITIF**	**POINT DE CONTROLE**	**CONFORME**	**NON CONFORME**
CAPTURE (NF C 17 102)	PDA	Etat physique		
		Corrosion		
		Test de la partie active (si vérification complète)		
	Fixation du PDA	Etat physique		
		Corrosion		
		Haubanage		
DESCENTE 1 : CONDUCTEUR DEDIE (NF EN 62 561-1 NF EN 62 561-4 NF EN 62 561-6)	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 62 561-1 NF EN 62 561-4 NF EN 62 561-6)	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 62 561-1 NF EN 62 561-2 NF EN 62 561-5 NF EN 62 561-7)	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 62 561-1)	Conducteur, connexion	Nature, section, cheminement, connexion, fixation,…		
	Distance de séparation	Maintien de la distance		
MODIFICATION DU SPF – DE LA STRUCTURE PROTEGEE – DE SON ENVIRONNEMENT	Terrassement	Destruction de prise de terre		
	Dépose d'éléments	Rupture de conducteur de liaison équipotentielle, de descente,…		
	Nouveaux éléments en toiture, dans l'environnement	Dispositif de capture inopérant et/ou insuffisant, déplacement		

Fait à : ……le…../…../….. **Signature :**

BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

FICHE DE CONTROLE PARAFOUDRES

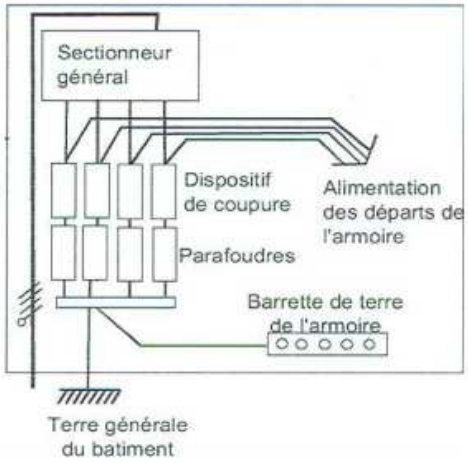
Fiche n°.....

Vérification effectuée le : ...../...../..... Par M.....

EQUIPEMENTS PROTEGES :

IMPLANTATION DES PARAFOUDRES :

SCHEMA ELECTRIQUE :



CARACTERISTIQUES PARAFOUDRES

Régime de Neutre : _____

Marque :

Type 1 ☐

Type 2 ou 3 ☐

Up : .....kV

Uc : V

Pour type 1 :

Iimp : ..... kA

Pour type 2 ou 3 :

In :.....kA

Imax : .....kA

INSPECTION VISUELLE :

➢ Règle des 50 cms respectée	☐ OUI	☐ NON
➢ Section des câbles respectée	☐ OUI	☐ NON
➢ Signalisation de défaut du parafoudre	☐ OUI	☐ NON
➢ Dispositif de coupure associé existant	☐ OUI	☐ NON

RESULTAT DE LA VERIFICATION

➢ Installation parafoudres sans défaut	☐ OUI	☐ NON

Si non, l'installation présente les défauts suivants :

_____

_____

ACTIONS CORRECTIVES

_____

_____

Fait à : ..... le ...../...../..... **Signature :**

BCM FOUDRE
ETUDES, CONTROLES & MAINTENANCE

FICHE DE CONTROLE LIAISONS EQUIPOTENTIELLES

Fiche n°……

Vérification effectuée le : …../…../….. Par M……

LOCALISATION :

EQUIPEMENT EN EQUIPOTENTIALITE :

COMPOSANT DU DISPOSITIF	POINT DE CONTROLE	CONFORME	NON CONFORME
CONDUCTEUR DEDIE	Nature		
	Section		
	Corrosion		
CONDUCTEUR NATUREL	Nature		
	Section		
	Corrosion		
BORNE D'EQUIPOTENTIALITE	Nature		
	Section		
	Corrosion		
CONNEXION (NF EN 62 561-1)	Nature		
	Fixation		
	Corrosion		
MODIFICATION DU SPF – DE LA STRUCTURE PROTEGEE – DE SON ENVIRONNEMENT	Dépose ou ajout de canalisations ou structures		

Fait à : ……..le…../…../….. **Signature :**