



PIECE JOINTE N°25

Analyse risque foudre et Etude technique



Ce document a été réalisé en collaboration avec la société ACONSTRUCT
31 bis, rue de Reckem – 59980 NEUVILLE-EN-FERRAIN
Référence ACONSTRUCT 170007
Avril 2021

Analyse Risque Foudre *Etude Technique*

Révision 1

FOURNEO
300 Rue GLIBERT CHIQUET
62500 LEULINGHEM

Etude réalisée sur plans pour ACONSTRUCT

Rédacteur : C. LIBBRECHT

Date : 21/04/2021

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	30/03/21	Version initiale	CL 	TK 
1	21/04/21	Intégration des panneaux photovoltaïques	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	10
6. PRESENTATION DU SITE	11
6.1. CARACTERISTIQUES DU SITE	11
6.1.1. Adresse	11
6.1.2. Plan de masse+ plan d'implantation des panneaux photovoltaïques	11
6.1.3. Plan de masse avec activités	12
6.2. RUBRIQUES ICPE	12
7. ANALYSE DE RISQUE Foudre (A.R.F)	13
7.1. DENSITE DE FOUDROIEMENT	13
7.2. RESISTIVITE DU SOL	13
7.3. IDENTIFICATION DES STRUCTURES A ETUDIER.....	14
7.4. IDENTIFICATION DES RISQUES RETENUS DANS NOTRE ETUDE.....	14
7.4.1. Risque d'incendie	14
7.4.2. Risque environnemental	14
7.4.3. Risque d'explosion.....	14
7.4.4. Présence humaine.....	14
7.4.5. Situation relative des bâtiments.....	14
7.5. DESCRIPTIF DES STRUCTURES ETUDIEES	15
7.5.1. Bloc : Atelier de production + locaux techniques + réception + stockage expédition.....	15
7.5.2. Equipements ou fonctions à protéger	15
8. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	16
9. ETUDE TECHNIQUE	17
9.1. PRINCIPES DE PROTECTION : IEPF ET IIPF	17
9.1.1. Les Installations Extérieures de Protection Foudre (I.E.P.F).....	17
9.1.2. Les Installations Intérieures de Protection Foudre (I.I.P.F)	18
9.2. PRECONISATIONS	22
9.2.1. Protections : Les Installations Extérieures de Protection Foudre (IEPF).....	22
9.2.2. Protections : Les Installations Intérieures de Protection Foudre (IIPF)	27
9.2.2.1. Liste des parafoudres de type I+II.....	27
9.2.2.2. Liste des Parafoudres pour équipements spécifiques.....	30
9.2.3. Equipotentialité.....	31
9.3. QUALIFICATION DES ENTREPRISES TRAVAUX	32
10. VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre	33
10.1. VERIFICATION INITIALE.....	33
10.2. VERIFICATIONS PERIODIQUES.....	33
10.3. VERIFICATION SELON LA NF C 17 102	33
10.4. VERIFICATIONS SELON LA NORME NF EN 62 305-4	35
10.5. RAPPORT DE VERIFICATION	36
10.6. MAINTENANCE.....	36

11. LA PROTECTION DES PERSONNES.....	37
11.1. LA DETECTION ET L'ENREGISTREMENT DES ORAGES	37
11.2. LES MESURES DE SECURITE	37
11.3. TENSION DE CONTACT ET DE PAS	38
11.3.1. Tension de contact	38
11.3.2. Tension de pas	38
12. ANNEXES.....	39
12.1. ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE.....	40
12.2. ANNEXE 2 : VISUALISATION DES RISQUES R1 AVEC ET SANS PROTECTION.....	41
12.3. ANNEXE 3 : COMPTE RENDU ANALYSE DE RISQUES	42
12.4. ANNEXE 4 : CARNET DE BORD QUALIFOUDRE	45

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.

3. GLOSSAIRE

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.

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.

Parafoudre :

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

Parafoudres coordonnés :

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

Système de protection contre la foudre (SPF) :

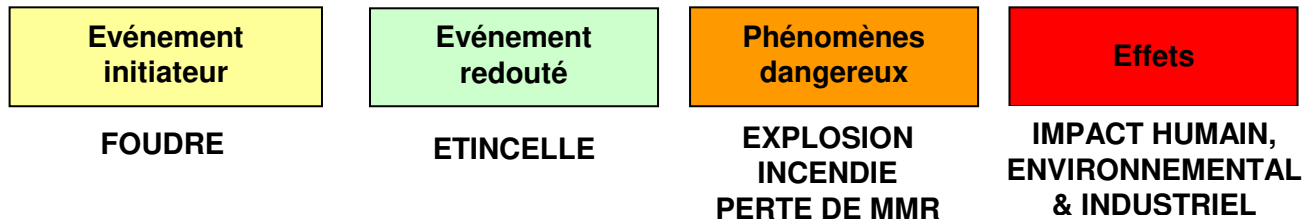
Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

Zone de protection foudre (ZPF) :

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

4. LE RISQUE Foudre

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



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

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

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

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

- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des terres du site dont le but est de limiter les conséquences des phénomènes de couplage de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques tels que chemins de câbles en acier, structures métalliques, 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 (version initiale + révision 1) réalisées sur plans se basent sur les documents et informations fournis ci-dessous par Madame LE GOFF de ACONSTRUCT.

Rédacteur BCM : M. LIBBRECHT (Qualifoudre Niveau 3)

	RECU	REFERENCE
DOCUMENTS		
Plan de masse et de situation	x	15032021-170007
Données projet	x	Fichier pptx
Effectif, rubriques ICPE, hauteur unités, moyen incendie.	x	Mail de madame Le Goff de Aconstruct
Vue aérienne	x	Google Earth

En l'absence d'informations nécessaires, les éléments seront choisis par défaut avec dans certains cas une majoration des critères retenus.

Document joint => Plan de masse (Annexe 1)

5.2. Déroulement de la mission

5.2.1. Références réglementaires et normatives

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

➤ Normes

Norme	Désignation
NF C 17-102 (Septembre 2011)	Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100 (Décembre 2002)	Installations électriques Basse Tension § 443 et § 543
NF EN 62305-1 (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
NF EN 61 643-11 (Mai 2014)	Parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai pour installation basse tension
NF EN 61 643-21 (Novembre 2001) NF EN 61 643-21/A2 (Juillet 2013)	Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais
NF EN 62561-1/2/3/4/5/6/7	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

➤ Réglementation

Documents	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté du 19/07/11 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
Circulaire du 24 avril 2008	Application de l'arrêté du 04 octobre 2010 – Protection contre la foudre de certaines installations classées

➤ Guides

Documents	Désignation
UTE C 15-443 (Août 2004)	Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – Choix et installation des parafoudres

5.2.2. Définition de l'Analyse du Risque Foudre

Selon l'Arrêté du 04 octobre 2010 modifié :

L'analyse du risque foudre identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée.

L'analyse 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 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. 184-46 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 : ProtecRisk Version Ind 18.01, logiciel que nous avons utilisé pour cette étude.

5.2.3. Définition de l'Etude Technique

➤ 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.

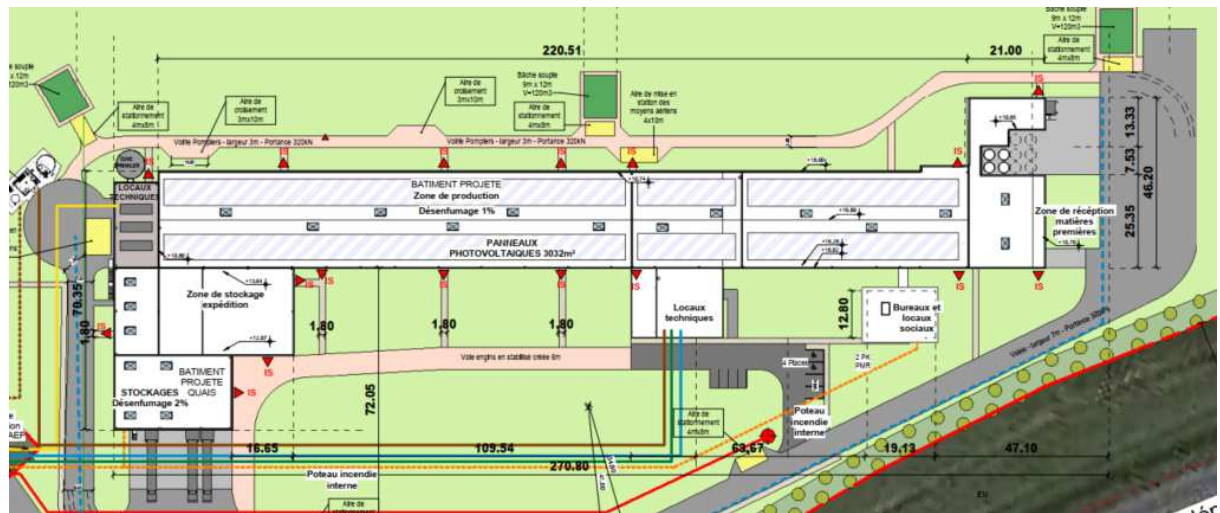
6. PRESENTATION DU SITE

6.1. Caractéristiques du site

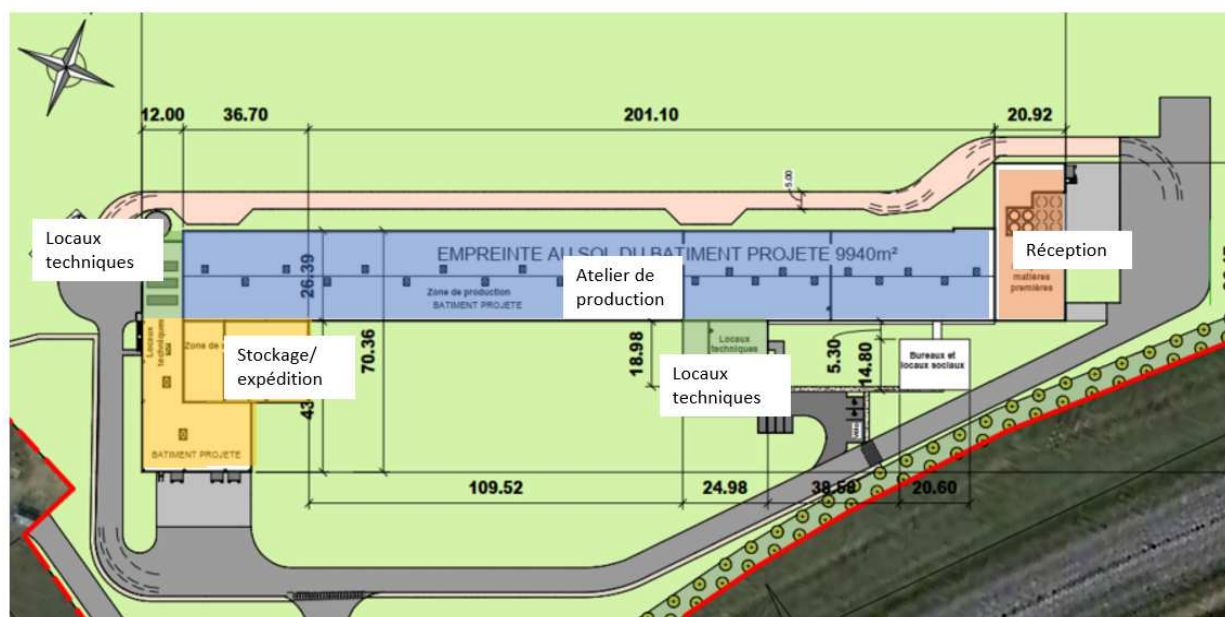
6.1.1. Adresse

FOURNEO
300 Rue GLIBERT CHIQUET
62500 LEULINGHEM

6.1.2. Plan de masse+ plan d'implantation des panneaux photovoltaïques



6.1.3. Plan de masse avec activités



6.2. Rubriques ICPE

Le classement ICPE du site sera le suivant : 2220 -> Enregistrement et 4735, 1510, 2910 -> Déclaration. L'arrêté du 04/10/10 est applicable au titre de la 1510 à déclaration.

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

7.1. Densité de foudroiemnt

Résumé



Ville :

LEULINGHEM (62504)

Superficie :

4,65 km²

Période d'analyse :

1 janvier 2011 - 31 décembre 2020

Statistiques du foudroiemnt

➔ N_{SG} : 0,43 impacts/km²/an

Foudroiemnt Infime



Faible

< 0.67 Nsg

Intense

> 3.74 Nsg

Indice de confiance statistique : **Médiocre** ⓘ

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,29 - 0,71].

➔ Nombre de jours d'orage : 3 jours par an

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

Records

Année record : 2017 (1,72 impacts/km²/an)

:

Mois record : Août 2015

Jour record : 30 août 2017

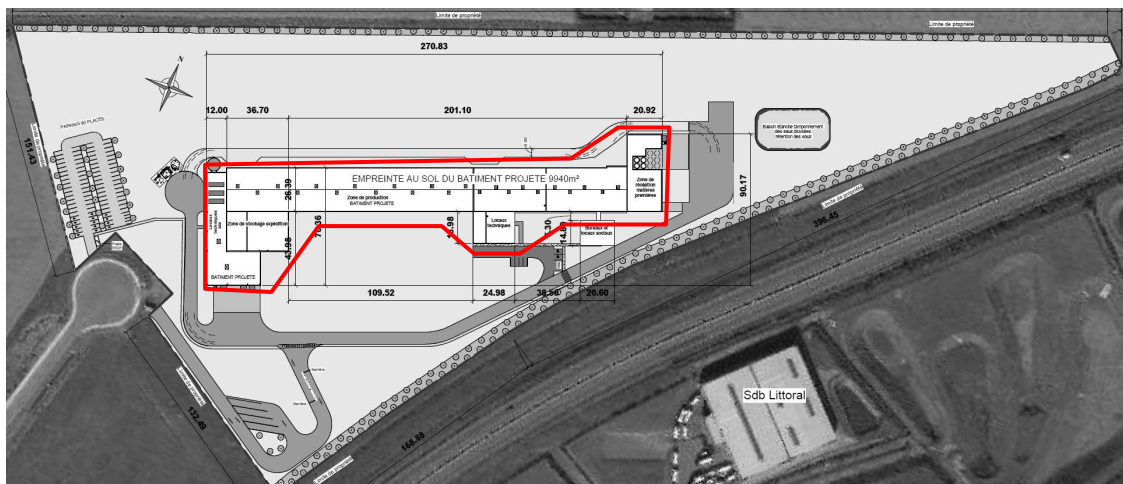
Source : <http://temps-passe.meteorage.fr>

7.2. Résistivité du sol

En l'absence de données précises reçues par le client et en application de la norme NF EN 62 305-2, nous retiendrons la valeur par défaut, soit 500 Ω m. En effet la mesure de cette résistivité n'est pas comprise dans notre prestation.

7.3. Identification des structures à étudier

Le projet, hormis les bureaux sans activité à risque sera étudié dans sa globalité en un seul bloc selon la méthode probabiliste.



7.4. Identification des risques retenus dans notre étude

7.4.1. Risque d'incendie

Le risque incendie est qualifié « élevé ». En effet, le bâtiment présente un pouvoir calorifique important (estimé supérieur à 800 MJ/m²) de par la présence de matières principalement combustibles (emballages, palettes...). La rubrique ICPE 1510 confirme ce paramètre.

Le site dispose de moyens d'extinction dits « manuels » : extincteurs, RIA. Une extinction automatique sera également présente dans la zone de production.

Le délai d'intervention des pompiers sera de l'ordre de 10 minutes depuis le Centre de Secours de St Omer), Rue Rembrandt, 62219 Longuenesse.

7.4.2. Risque environnemental

Le risque pour l'environnement est écarté de notre dossier en l'absence d'utilisation de produit dangereux. Le cas échéant (localement) ils seront sur rétention.

7.4.3. Risque d'explosion

D'expérience nous pouvons dire qu'aucune zone 0 ou 20 directement impactable par la foudre ne sera recensée.

7.4.4. Présence humaine

L'effectif total du site n'excédera pas les 50 personnes. La présence estimée en simultanée sera de 25. Nous retenons un risque de panique faible selon la NF EN 62 305-2.

7.4.5. Situation relative des bâtiments

Le site se situera dans un environnement rural. Il sera principalement entouré d'objets plus petits ou de même hauteur : candélabres, arbres, clôtures...

7.5. Descriptif des structures étudiées

7.5.1. Bloc : Atelier de production + locaux techniques + réception + stockage expédition

Description du Bâtiment				
Activité :	<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Autres :	
Dimension :	Longueur : 272 m	Largeur : 70 m	Hauteur : 14 m	Hmax : 18 m
Sol :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Carrelage	<input type="checkbox"/> Lino	<input type="checkbox"/> Autres :
Structure :	<input checked="" type="checkbox"/> Béton	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input checked="" type="checkbox"/> Autres : panneaux photovoltaïques en toiture
Réseau de terre :	Hypothèse fond de fouille cuivre $\geq 25 \text{ mm}^2$			

Description des lignes externes			
Lignes	1	2	3
Nom de l'équipement	Alimentation électrique des locaux techniques	Alimentation électrique éclairage extérieur, portails...	Ligne téléphonique
HT/BT/CFA	HTA/BT	BT	FIBRE
Nom et dimensions du bâtiment connecté	Fournisseur en électricité	/	Fibre non considérée
Longueur de la Connexion	1000 m (Valeur par défaut)	100 m (Mesure estimative)	
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	

Description des canalisations			
Canalisations	1	2	3
Nom	AEP	Gaz d ville	EU/EP
Matériaux	PEHD	Mixte	Mixte
Aérien/Souterrain	Souterrain	Souterrain	Souterrain

7.5.2. Equipements ou fonctions à protéger

Nous retenons la centrale incendie/alarme générale ainsi que le système sprinkler comme équipements spécifiques à protéger.

8. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

STRUCTURES ETUDIEES SELON LA METHODE PROBABILISTE

Structure	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS DIRECTS	Niveau de Protection Analyse du Risque Foudre EFFETS INDIRECTS
Atelier de production + locaux techniques + réception + stockage expédition	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

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

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

EQUIPOTENTIALITE

- Canalisation principale de gaz de ville (si métallique).

EQUIPEMENT IMPORTANTS POUR LA SECURITE

Protection par parafoudres adaptés :

- Centrale générale incendie/alarme,
- Système sprinkler.

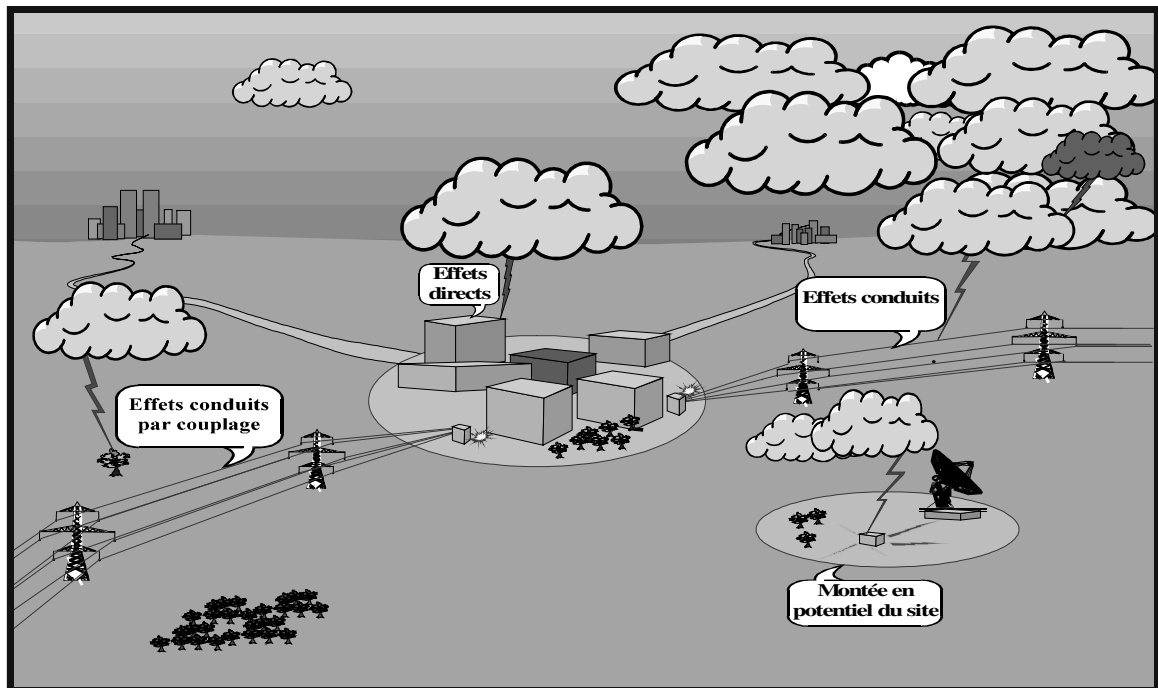
PREVENTION

Mise en place d'un système de prévention de situation orageuse à intégrer dans la procédure d'exploitation. Il faudra notamment en cas d'orage interdire :

- L'accès en toiture des bâtiments,
- Les interventions sur le réseau électrique,
- La présence de personnes à proximité des descentes et prises de paratonnerres.

9. ETUDE TECHNIQUE

9.1. Principes de protection : IEPF et IIPF



9.1.1. 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.

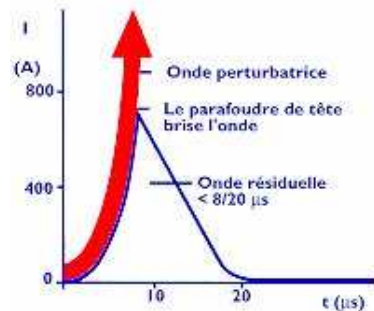
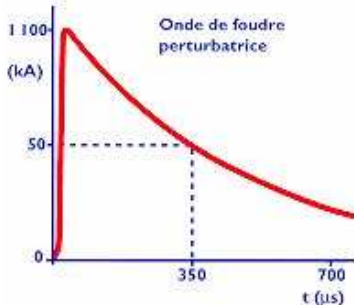
Toutes les parties métalliques doivent être raccordées à une liaison équipotentielle les reliant à la terre pour éviter les décharges électrostatiques et les risques d'amorçage.

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

⁽¹⁾ c'est le cas par exemple :

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

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

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

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

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

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

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

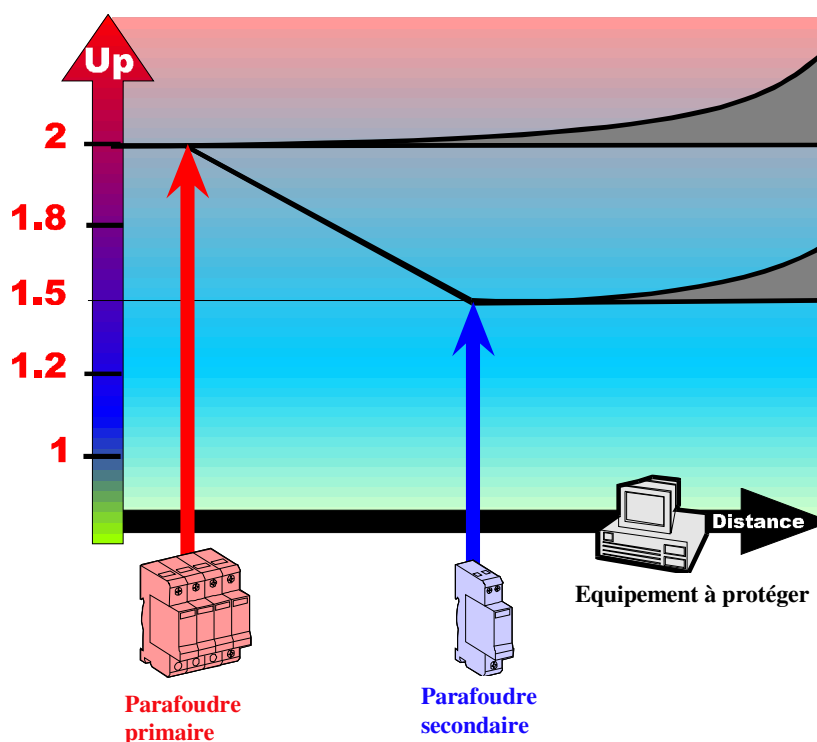
Lorsque des parafoudres sont mis en œuvre dans des réseaux de communication, ils doivent être reliés à la prise de terre des masses de l'installation.

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

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

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

La « cascade » dans la pratique :



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

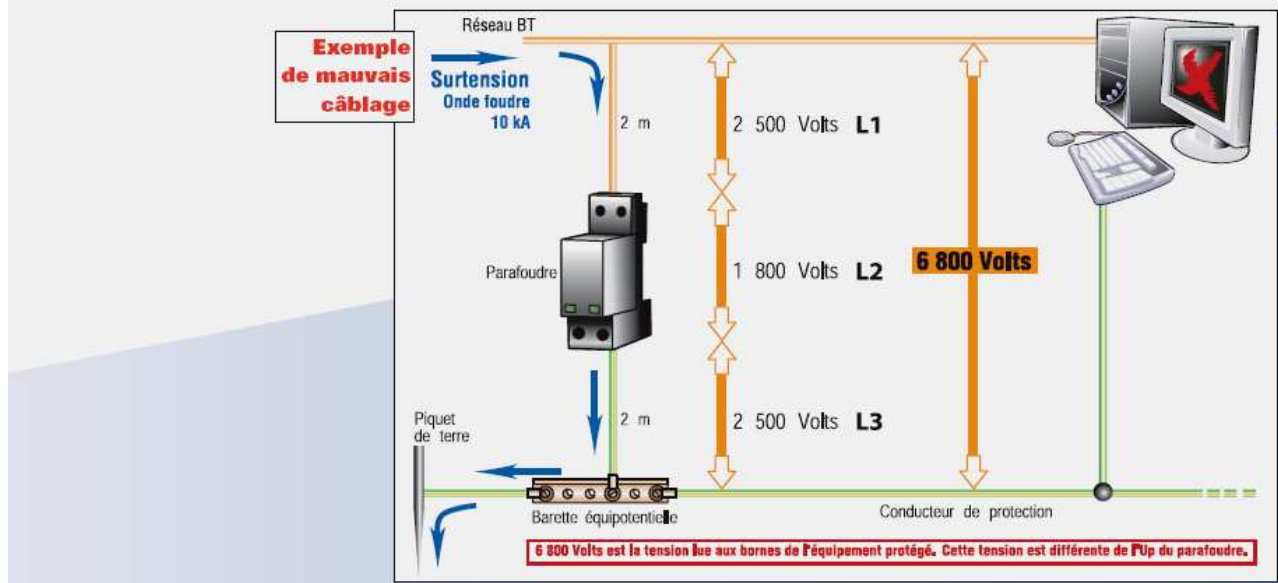
Le choix des sectionneurs fusibles ou disjoncteurs, doit être fait en fonction du type des parafoudres et de leur positionnement dans l'installation, de manière à assurer le pouvoir de coupure en courant de court-circuit (Icc).

La Règle des 50 cm

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

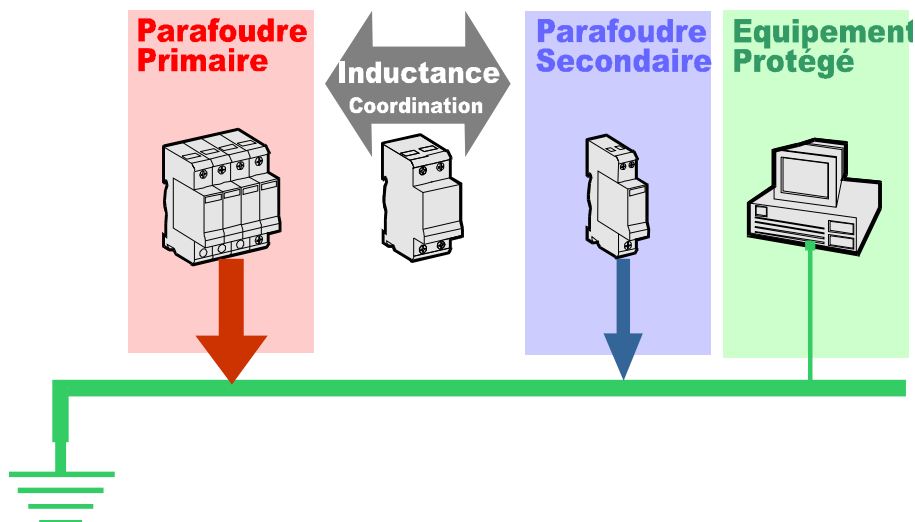
En cas d'impossibilité :

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



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

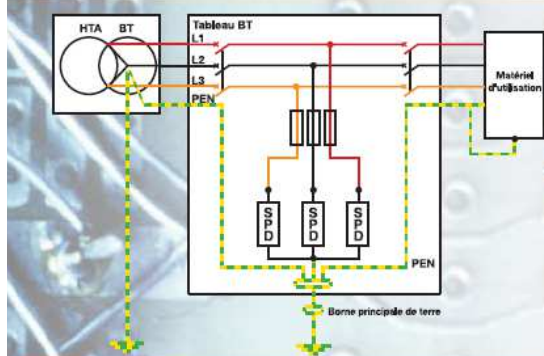
Dans le cas contraire, une inductance de découplage doit être adaptée au courant nominal au point considéré, pour assurer une bonne coordination de l'ensemble.



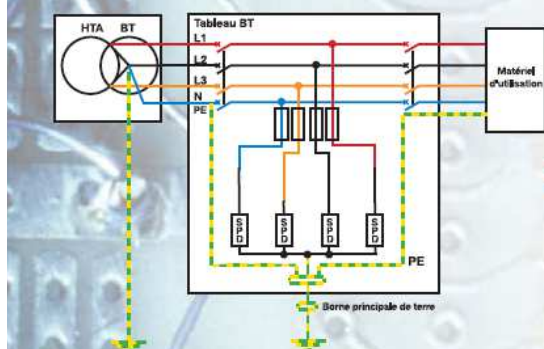
Configurations possibles suivant le régime de neutre

MODE COMMUN (C1)

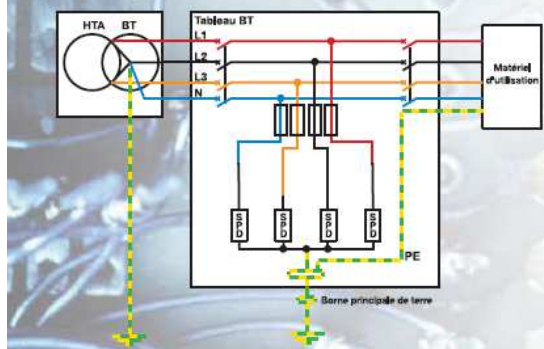
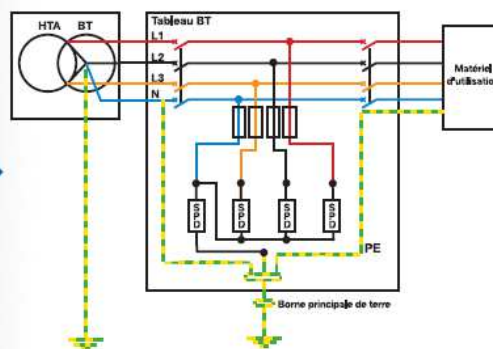
MODE COMMUN + DIFFERENTIEL (C2)



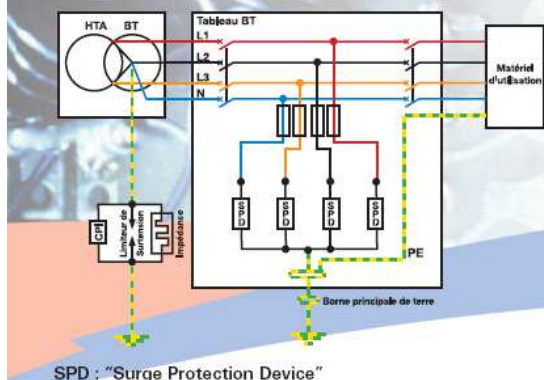
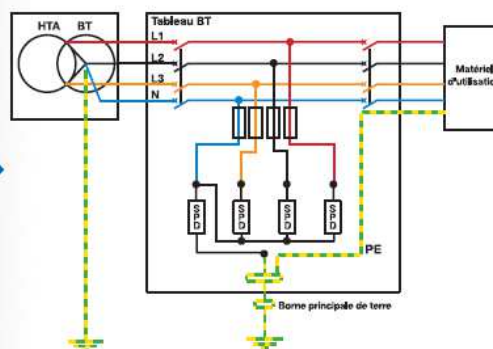
TNC



TNS



TT



IT



SPD : "Surge Protection Device"

9.2. PRECONISATIONS

9.2.1. 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 est très contraignante.

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.

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

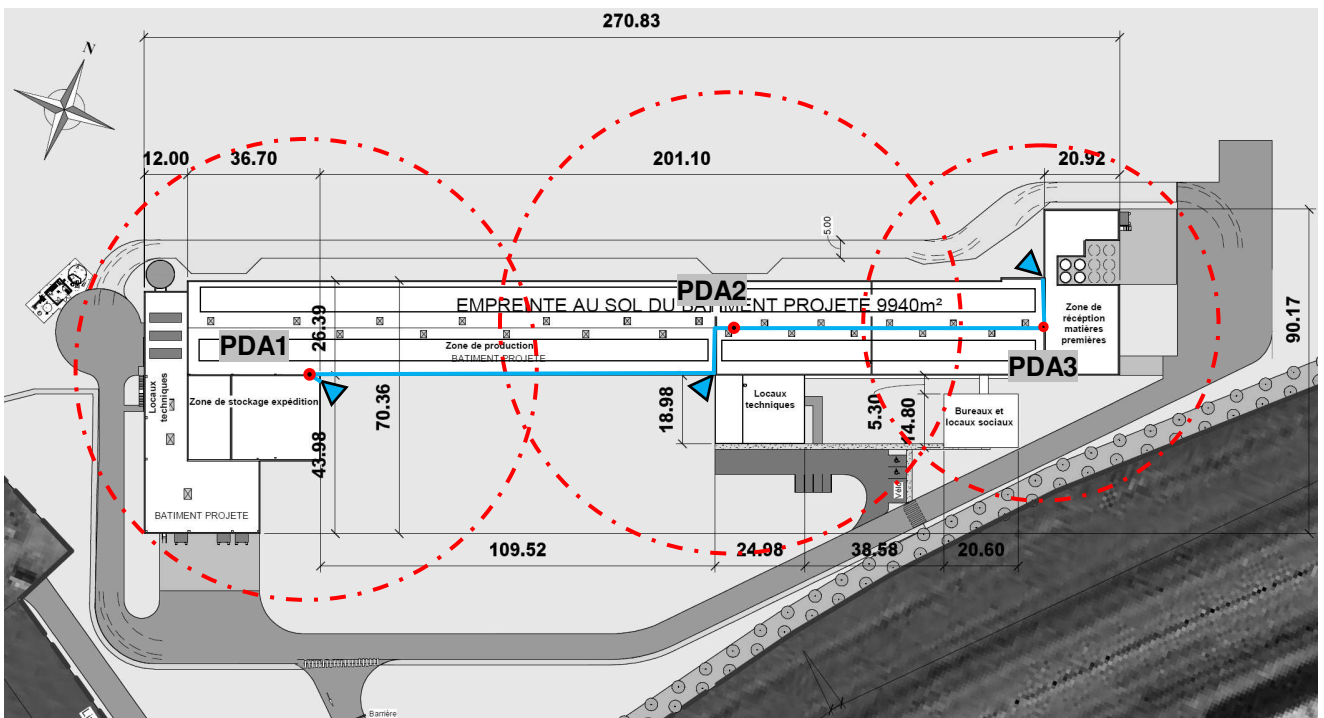
- a) prise de terre de type A,
- b) prise de terre de type B,
- c) structures naturelles.

La norme NFC 17102 impose une section de 50 mm² pour le cuivre (ou équivalent pour d'autres matériaux) pour qu'un fond de fouille soit utilisable comme élément dissipateur de foudre.

Si c'est le cas il sera utilisé comme prise de terre paratonnerre. Le cas échéant il sera nécessaire de créer des prises de terre paratonnerres spécifiques de type A pour les descentes du PDA.

Ci-dessous et pages suivantes les travaux à prévoir.

Plan de la protection foudre à prévoir



2 PDA testables de 60 μ s (64 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)
1 PDA testable de 40 μ s (50 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)

 Prise de terre et descente paratonnerre à créer

TRAVAUX A EFFECTUER :

- Installation de 3 Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage testable. Les paratonnerres seront caractérisés par des avances à l'amorçage de 60 μ s pour les PDA 1/2 et 40 μ s pour le PDA 3. Ils seront installés sur des mâts de 5.50 m minimum. Ces PDA pourront être testables à distance afin de réduire les coûts de vérification périodiques.
- Depuis chaque paratonnerre, réalisation d'une descente dédiée normalisée. Les trois paratonnerres seront ensuite mutualisés.
- 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)	l (en m)	s (en m)
1	0,03	21	0,63
2	0,06	22	0,66
3	0,09	23	0,69
4	0,12	24	0,72
5	0,15	25	0,75
6	0,18	26	0,78
7	0,21	27	0,81
8	0,24	28	0,84
9	0,27	29	0,87
10	0,30	30	0,90
11	0,33	31	0,93
12	0,36	32	0,96
13	0,39	33	0,99
14	0,42	34	1,02
15	0,45	35	1,05
16	0,48	36	1,08
17	0,51	37	1,11
18	0,54	38	1,14
19	0,57	39	1,17
20	0,60	40	1,20

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 sur 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  .
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.

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

9.2.2.1. Liste des parafoudres de type I+II

Il sera nécessaire d'installer des parafoudres de type I+II au niveau du(des) TGBT(s) du site aux locaux techniques.

Le régime de neutre reste à définir.

Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type I+II à mettre en place :

Le niveau de protection requis est le niveau IV. La distribution électrique du site s'effectuera en 3 pôles minimum. Pour notre calcul nous avons retenu les lignes issues de l'ARF, à savoir 2 minimum.

En fonction de ces éléments nous pouvons dire que :

$$\begin{aligned} N_p = IV : I_{imp} &\geq 50/(n1+n2) \\ &\geq 50/6 \\ &\geq 8.333 \text{ kA.} \end{aligned}$$

La norme NFC 15100 impose une valeur minimale de 12.5 kA. Cette valeur est donc retenue.

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

- Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 440V (régime IT)**
- Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 253V (régime TT/TN)**
- Un courant maximal de décharge (**I_{imp}**) **≥ 12.5 kA** (en onde 10/350 μs)
- Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) **In ≥ 5 kA**,
- Un niveau de protection (tension résiduelle sous In) **Up ≤ 1.5 kV**
- Icc parafoudres > **Icc TGBT**
- Adaptés au régime de neutre
- Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**
- Respect de la longueur totale de **câblage de 50 cm**

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

Nous recommandons également de protéger l'armoire électrique générale des panneaux photovoltaïques.

Schéma informatif et 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.

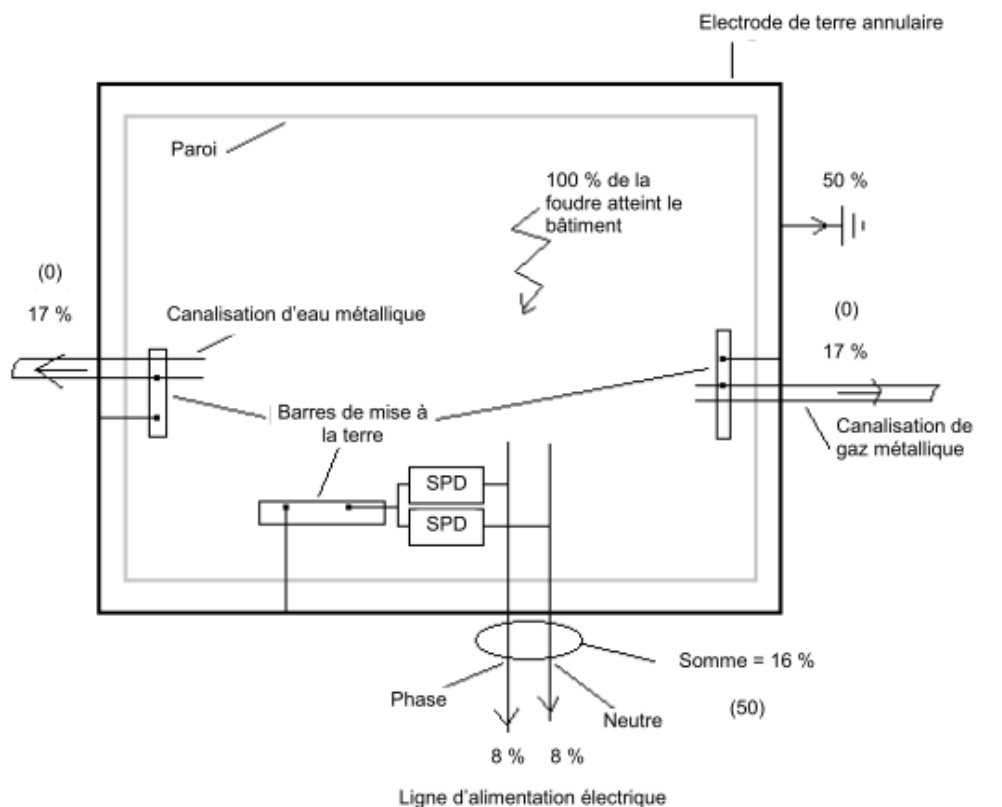
Lorsqu'aucune évaluation individuelle (par exemple par le calcul) n'est possible, il est possible de supposer que 50 % du courant de foudre total (I) pénètre par la borne de terre des systèmes de protection contre la foudre de la structure considérée. Les 50 % restants du courant (I_s), sont distribués entre les divers raccords 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 raccords 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 raccords 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 :

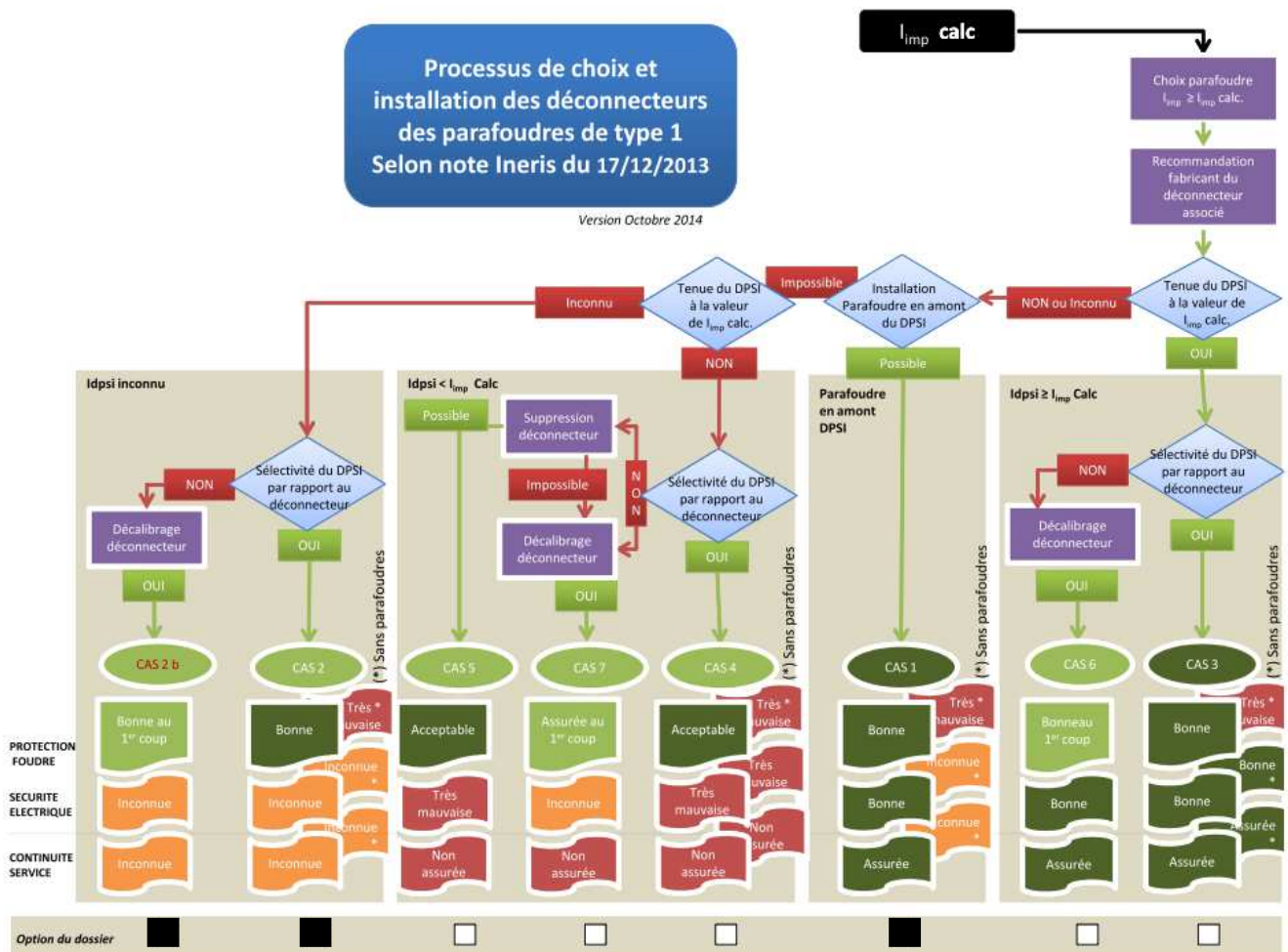
Cas 1 : Installation des parafoudres en amont du DPSI. (Cf. document).
 Dans ce cas la protection foudre, la sécurité électrique, et la continuité de service sont assurées.

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.



9.2.2.2. Liste des Parafoudres pour équipements spécifiques

L'ARF a défini la centrale générale incendie/alarme et le système sprinkler comme éléments à protéger.

Pour la centrale des parafoudres de type II seront mis en place en respect de la règle ci-dessous :
La longueur des câbles d'alimentation entre la centrale 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 la centrale.

Pour le système sprinkler des parafoudres de type II seront mis en place dans l'armoire générale du local sprinkler.

Les parafoudres de type II auront les caractéristiques suivantes :

- Une tension maximum de fonctionnement **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 obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**.
- La longueur de câblage de ces parafoudres ne devra pas excéder **les 50 cm requis**.

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

A noter :

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

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

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

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

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

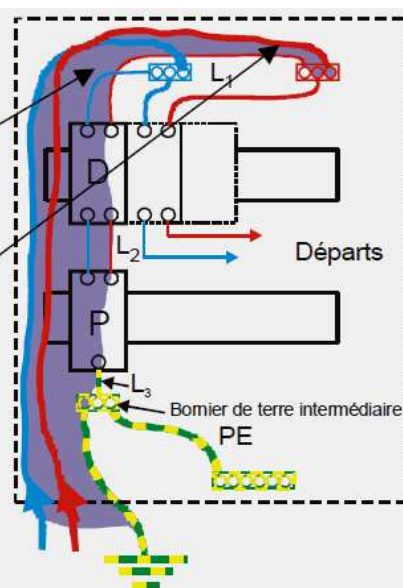


Figure 10 – Exemple de câblage dans un tableau électrique

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...

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

9.2.3. Equipotentialité

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

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

- l'écran spatial : cage de Faraday, tôles métalliques (bardages).
- l'écran métallique en grille ou continu : blindage et écrans de câbles, chemins de câbles.
- 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 citons les éléments ci-dessous :

- Canalisations entrantes dans le bâtiment comme le gaz de ville (si métallique).

Tableau 1 – Dimensions minimales des conducteurs connectés à différentes barres d'équipotentialité ou entre les barres d'équipotentialité et la terre

Niveau de protection	Matériau	Section transversale mm ²
I à IV	Cuivre	16
	Aluminium	22
	Acier	50

Tableau 2 – Dimensions minimales des conducteurs d'interconnexion entre les éléments métalliques internes et la borne d'équipotentialité

Niveau de protection	Matériau	Section transversale mm ²
I à IV	Cuivre	6
	Aluminium	8
	Acier	16

Remarque : Les composants de connexion devront être conformes à la NF EN 61 561-1.

9.3. 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



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

Si des travaux sont décidés, il serait judicieux de confier l'ensemble des missions à un organisme compétent (AMO, suivi de chantier,...) sans oublier la formation du personnel.

Lorsque les travaux de protection seront achevés, une Vérification Initiale de conformité globale devra être assurée par un organisme compétent avant 6 mois.

10. VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre

10.1. 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. »

10.2. 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. »

10.3. 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 équipotentielle ;
- 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.

10.4. Vérfications 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.

10.5. 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.

10.6. 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 4)

11. LA PROTECTION DES PERSONNES

11.1. La détection et l'enregistrement des orages

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

La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.

11.2. 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. Il faudra interdire :

- L'accès en toiture des bâtiments,



- Les interventions sur le réseau électrique,



- La présence de personnes à proximité des descentes et prises de paratonnerres,



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

11.3. Tension de contact et de pas

11.3.1. Tension de contact

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

11.3.2. 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 (proximité d'accès...).

12. ANNEXES

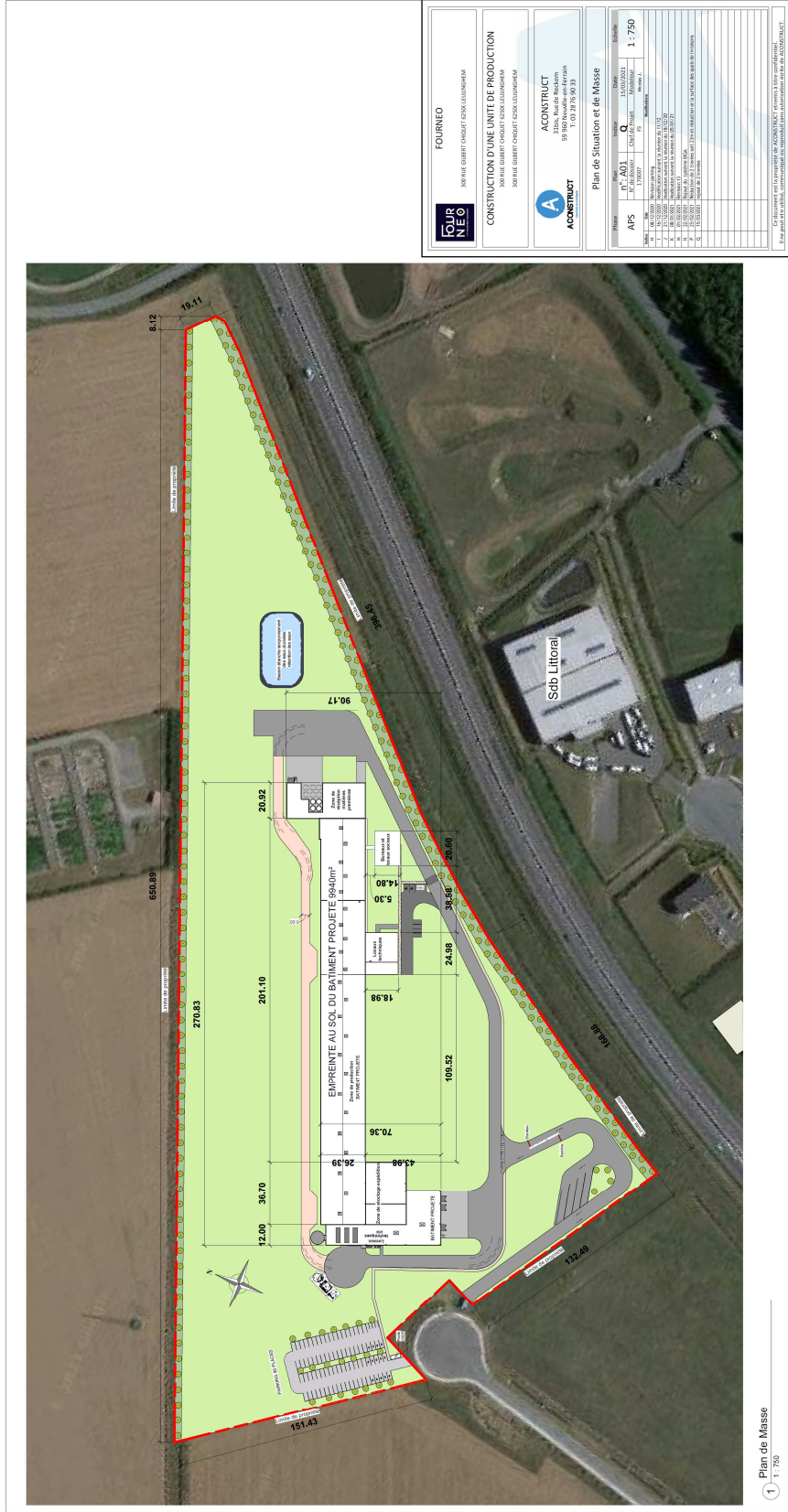
Annexe 1 => Plan de masse

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

Annexe 3 => Compte rendu Analyse de Risques

Annexe 4 => Carnet de Bord Qualifoudre

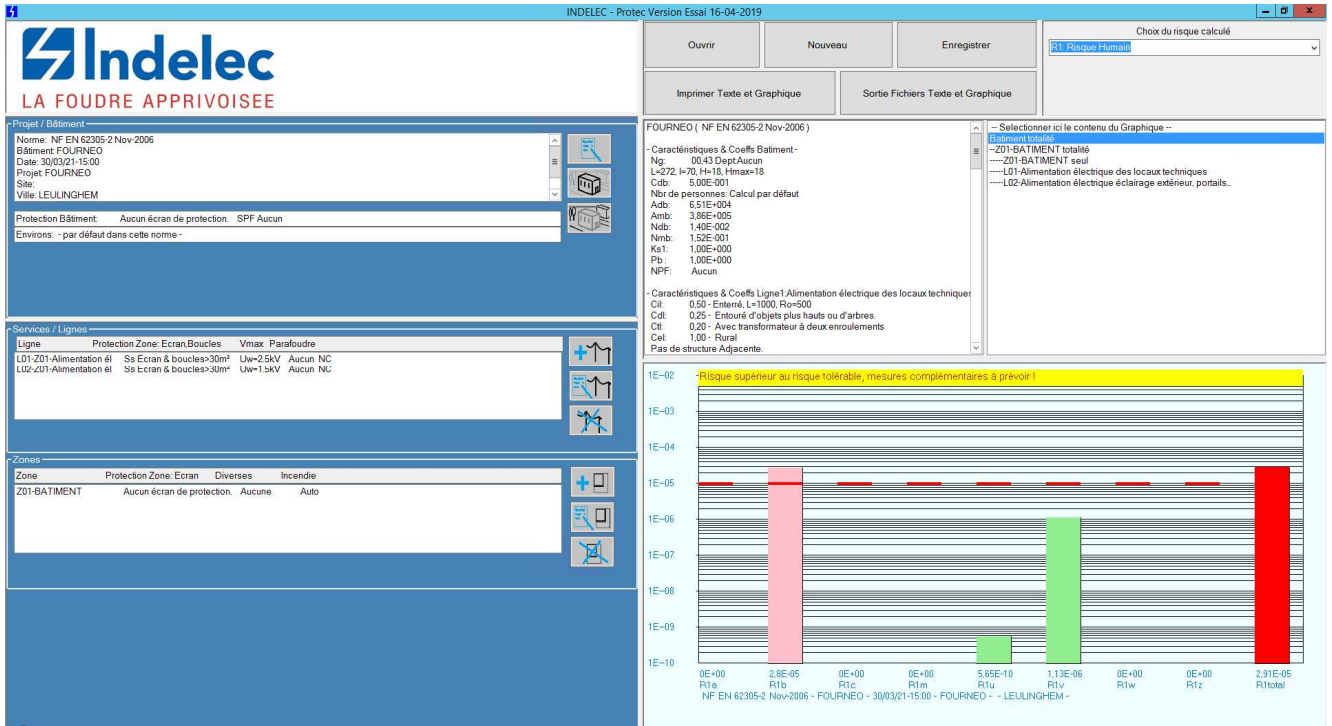
12.1. Annexe 1 : Plan de masse



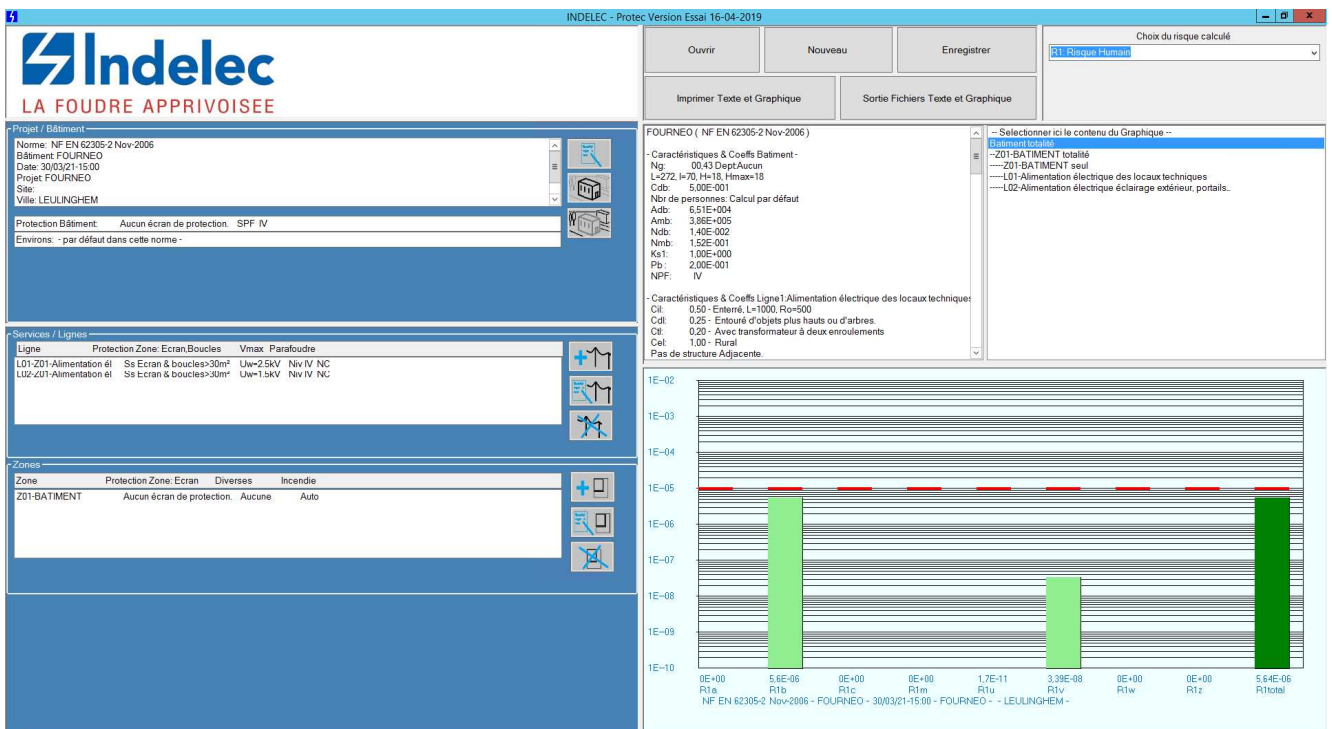
① Plan de Masse
1:750

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

Risque de Perte de Vie Humaine R1 : FOURNEO



Résultat de l'Analyse de Risque Foudre : Sans protection



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

12.3. Annexe 3 : Compte rendu Analyse de Risques



INDELEC - Protec Version Ind 18.01 fr (NF EN 62305-2 Nov-2006)

Projet: FOURNEO
Ville: LEULINGHEM

Associations Zones-Lignes:

Batiment totalité

--Z01-BATIMENT totalité

----Z01-BATIMENT seul

----L01-Alimentation électrique des locaux techniques

----L02-Alimentation électrique éclairage extérieur, portails...

--- 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-Alimentation él Ss Ecran & boucles>30m² Uw=2.5kV Niv IV

L02-Z01-Alimentation él Ss Ecran & boucles>30m² Uw=1.5kV Niv IV

Zones:

Zone Protection Zone: Ecran Diverses Incendie

Z01-BATIMENT Aucun écran de protection. Aucune Auto

Paramètres-Calculs-Résultats:

FOURNEO (NF EN 62305-2 Nov-2006)

- Caractéristiques & Coeffs Bâtiment -

Ng: 0,43

L=272, l=70, H=18, Hmax=18

Cdb: 5,00E-001

Nbr de personnes: Calcul par défaut

Adb: 6,51E+004

Amb: 3,86E+005

Ndb: 1,40E-002

Nmb: 1,52E-001

Ks1: 1,00E+000

Pb : 2,00E-001

NPF: IV

- Caractéristiques & Coeffs Ligne1: Alimentation électrique des locaux techniques ---

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: 1,00 - Rural
Pas de structure Adjacente.
Ada: 0,00E+000
Al : 2,12E+004
Ai : 5,59E+005
Nda: 0,00E+000
NI : 4,55E-004
Ni : 4,81E-002
Service/Ligne sans blindage

- Caractéristiques & Coeffs Ligne2: Alimentation électrique éclairage extérieur, portails... ---

Cil: 0,50 - Enterré, L=100, Ro=500
Cdl: 0,25 - Entouré d'objets plus hauts ou d'arbres.
Ctl: 1,00 - Service uniquement
Cel: 1,00 - Rural
Pas de structure Adjacente.
Ada: 0,00E+000
Al : 1,03E+003
Ai : 5,59E+004
Nda: 0,00E+000
NI : 1,11E-004
Ni : 2,40E-002
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 ($R_c \leq 1k\Omega$)
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: Alimentation électrique des locaux techniques ---

Ks3: 1,00E+000
Ks4: 6,00E-001
Pld: 1,00E+000
Pli: 4,00E-001
Uw : 2,50E+000

spd-Pc: 1,00E+000
 pms-Pm: 1,00E+000
 Pu : 3,00E-002
 Pv : 3,00E-002
 Pw : 1,00E+000
 Pz : 4,00E-001
 - Zone1 Ligne2: Alimentation électrique éclairage extérieur, portails... ---
 Ks3: 1,00E+000
 Ks4: 1,00E+000
 Pld: 1,00E+000
 Pli: 1,00E+000
 Uw : 1,50E+000
 spd-Pc: 1,00E+000
 pms-Pm: 1,00E+000
 Pu : 3,00E-002
 Pv : 3,00E-002
 Pw : 1,00E+000
 Pz : 1,00E+000
 - Cumul Pc et Pm pour Zone1: BATIMENT ---
 Pc : 1,00E+000
 Pm : 1,00E+000
 Détail du Risque par zone

- Risque Zone1: BATIMENT ---
 - Zone: BATIMENT ---
 R1a : 0,00E+000
 R1b : 5,60E-006
 R1c : 0,00E+000
 R1m : 0,00E+000
 - Ligne1: Alimentation électrique des locaux techniques ---
 R1u : 1,36E-011
 R1v : 2,73E-008
 R1w : 0,00E+000
 R1z : 0,00E+000
 - Ligne2: Alimentation électrique éclairage extérieur, portails... ---
 R1u : 3,32E-012
 R1v : 6,63E-009
 R1w : 0,00E+000
 R1z : 0,00E+000

-- Détail du Risque total R1:
 -Sur structure et sa proximité :
 R1a : 0,00E+000
 R1b : 5,60E-006
 R1c : 0,00E+000
 R1m : 0,00E+000
 Sur Lignes et leur proximités :
 R1u : 1,70E-011
 R1v : 3,39E-008
 R1w : 0,00E+000
 R1z : 0,00E+000

Sur Totalité: R1tot: 5,64E-006

12.4. Annexe 4 : Carnet de Bord Qualifoudre

INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

CARNET DE BORD

Raison sociale : _____

Désignation de l'Établissement : _____

Adresse de l'Établissement : _____

Adresse du Siège Social : _____

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.

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

Il ne peut sortir de l'Établissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité (1) :

.....

N° de classification INSEE :

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

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

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

Pouvoirs publics exerçant le contrôle de l'établissement :

Inspection {
du
Travail {
.....

Commission {
de
Sécurité {
.....

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

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

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

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

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

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

III - INSTALLATION DES PROTECTIONS

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

IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES

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

Notice de vérification et de maintenance

Révision 1

FOURNEO
300 Rue GLIBERT CHIQUET
62500 LEULINGHEM

Rédacteur : C. LIBBRECHT

Date : 21/04/2021

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	30/03/21	Version initiale	CL 	TK 
1	21/04/21	Selon ARF+ET Révision 1 du 24.04.2021	CL 	TK 

2. SOMMAIRE

1. HISTORIQUE DES EVOLUTIONS	2
2. SOMMAIRE	3
3. INTRODUCTION	4
3.1. Base documentaire	4
3.2. Déroulement de la mission	5
3.2.1. Références réglementaires et normatives	5
3.2.2. Définition de la Notice de Vérification et Maintenance	6
4. LISTE ET LOCALISATION DES PROTECTIONS CONTRE LA Foudre	7
4.1. Les IEPF	7
4.2. Les IIPF	9
4.2.1. Parafoudres	9
4.2.2. Liaisons équipotentiels	10
4.3. Prévention	10
5. VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre	
11	
5.1. Vérification initiale	11
5.2. Vérifications périodiques	11
5.3. Vérification selon la NF C 17 102	11
5.4. Vérification selon la NF EN 62 305-4	13
5.5. Rapport de vérification et maintenance	14
5.6. Fiche de contrôle PDA	15
5.7. Fiche de contrôle parafoudres	16
5.8. Fiche de contrôle équipotentialité	17

3. INTRODUCTION

3.1. Base documentaire

La Notice de Vérification et Maintenance se base sur les documents listés ci-dessous :

Intervenant BCM : M. LIBBRECHT (Qualifoudre Niveau 3)

Version initiale	
Référence du document	
Titre	Numéro(s)
Analyse de Risque Foudre + Etude Technique BCM	Révision 1 Date : 21/04/2021
Vues aériennes	Google earth/Viamichelin

3.2. Déroulement de la mission

3.2.1. 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
NF EN 61 643-11 (Mai 2014)	Parafoudres pour installation basse tension
NF EN 61 643-21 (Novembre 2001)	Parafoudres BT
NF EN 62561- 1/2/3/4/5/6/7	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

➤ Réglementation

Documents	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté du 19/07/11 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
Circulaire du 24 avril 2008	Application de l'arrêté du 04 octobre 2010 – Protection contre la foudre de certaines installations classées

➤ Guides

Documents	Désignation
UTE C 15-443	Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – Choix et installation des parafoudres

3.2.2. Définition de la Notice de Vérification et Maintenance

La notice indique l'ensemble des opérations de vérifications des installations de protection foudre. Il y est défini la périodicité, la procédure de vérification, le rapport de vérification et la maintenance.

Elle comprend :

- La liste des protections définies dans l'Etude Technique,
- La localisation des protections,
- Les notices de vérification des différents types de protection.

Important : La notice est à mettre à jour à l'issue de la réalisation des travaux.

4. LISTE ET LOCALISATION DES PROTECTIONS CONTRE LA FOUDRE

4.1. Les IEPF

- 2 PDA de 60 μ s testables
- 1 PDA de 40 μ s testable
- 3 mâts de 5.50 mètres
- 3 descentes normalisées dédiées
- Mutualisation des PDA
- 3 compteurs d'impact
- 3 joints de déconnexion portant les mentions obligatoires
- 3 gaines de protection basse
- Prise de terre de type B ou 3 prises de terre paratonnerre de type A
- 3 liaisons équipotentielles terre paratonnerre – terre électrique par un système permettant la déconnexion
- 3 affichettes d prévention
- Distance de séparation :

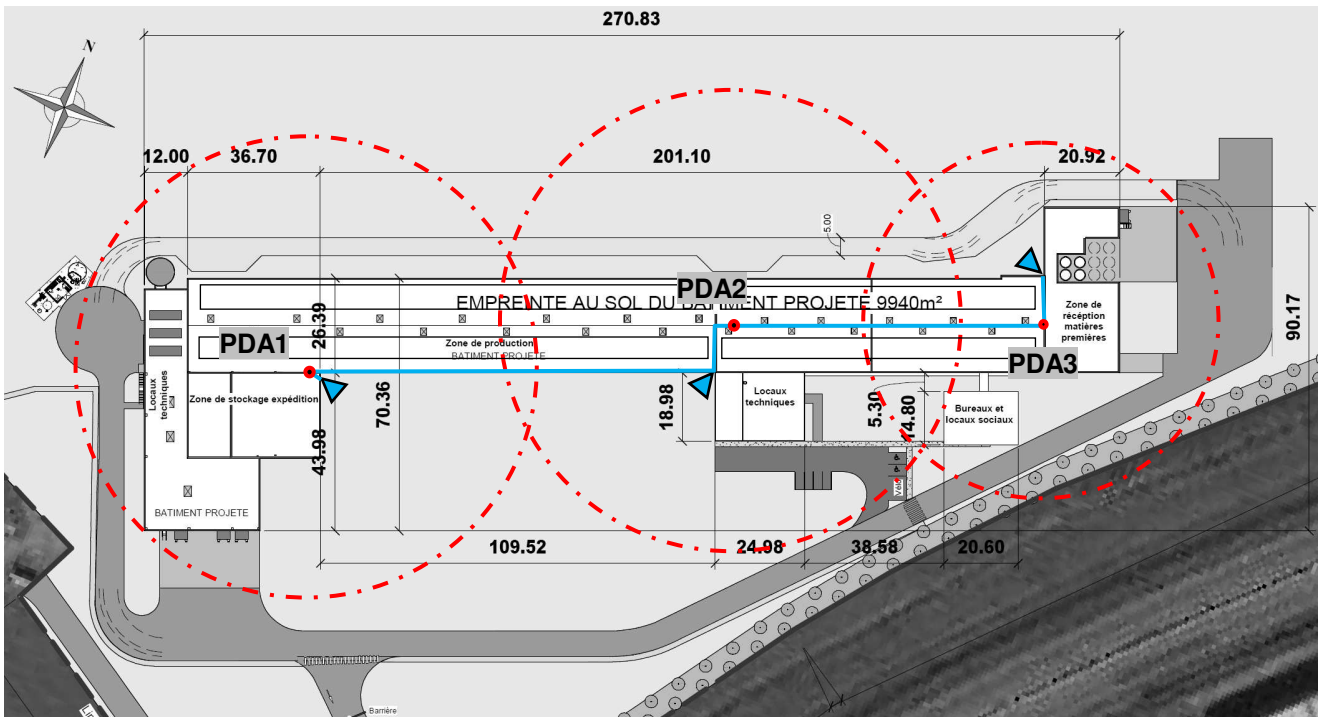
l (en m)	s (en m)	l (en m)	s (en m)
1	0,03	21	0,63
2	0,06	22	0,66
3	0,09	23	0,69
4	0,12	24	0,72
5	0,15	25	0,75
6	0,18	26	0,78
7	0,21	27	0,81
8	0,24	28	0,84
9	0,27	29	0,87
10	0,30	30	0,90
11	0,33	31	0,93
12	0,36	32	0,96
13	0,39	33	0,99
14	0,42	34	1,02
15	0,45	35	1,05
16	0,48	36	1,08
17	0,51	37	1,11
18	0,54	38	1,14
19	0,57	39	1,17
20	0,60	40	1,20

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

Remarque :

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.

PLAN



2 PDA testables de 60 μ s (64 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)
1 PDA testable de 40 μ s (50 m de rayon de protection sur mât de 5.50 m en niveau IV)



Prise de terre et descente paratonnerre

4.2. Les IIPF

4.2.1. Parafoudres

TYPE I+II

- TGBT(S) du site :

Caractéristiques suivantes (*) :

- o Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 440 V (régime IT)**
- o Une tension maximum de fonctionnement de **Uc ≥ 253 V (Régime TT/TN)**
- o Un courant maximal de décharge (**I_{imp}**) **≥ 12.5 kA** (en onde 10/350 μs)
- o Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) **In ≥ 5 kA**,
- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous In) **Up ≤ 1.5 kV**
- o Icc parafoudres > **Icc TGBT**
- o Adaptés au régime de neutre
- o Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**
- o Respect de la longueur totale de **câblage de 50 cm**

Remarque :

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

Optionnel : Type I+II sur l'armoire électrique générale des panneaux photovoltaïques

TYPE II

- Centrale générale incendie/alarmes (en respect de la règle dite des 10 mètres)
- Armoire électrique générale du local sprinkler

Caractéristiques suivantes (*) :

- o Une tension maximum de fonctionnement **Uc ≥ 253 ou 440V**
- o Un courant nominal de décharge (en onde 8/20) **In ≥ 5 kA**
- o Un niveau de protection (tension résiduelle sous In) **Up ≤ 1.5 kV**
- o Ils seront obligatoirement accompagnés **d'un dispositif de déconnexion**
- o La longueur de câblage de ces parafoudres ne devra pas excéder **les 50 cm requis**

Remarque :

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

4.2.2. Liaisons équipotentielle

- Canalisation principale de gaz de ville (si métallique).

Tableau 1 – Dimensions minimales des conducteurs connectés à différentes barres d'équipotentialité ou entre les barres d'équipotentialité et la terre

Niveau de protection	Matériau	Section transversale mm ²
I à IV	Cuivre	16
	Aluminium	22
	Acier	50

Tableau 2 – Dimensions minimales des conducteurs d'interconnexion entre les éléments métalliques internes et la borne d'équipotentialité

Niveau de protection	Matériau	Section transversale mm ²
I à IV	Cuivre	6
	Aluminium	8
	Acier	16

Remarque :

Les composants de connexion devront être conformes à la NF EN 61 561-1.

4.3. Prévention

- La détection du risque orageux se fera par observation humaine. Selon le guide UTE C 18-150, il y a menace d'orage quand un éclair est visible ou si le tonnerre est audible.
- Les agressions sur le site doivent être enregistrées. Un relevé régulier (par exemple tous les mois) des compteurs et parafoudres est recommandé.
- La sécurité des personnes en période d'orage doit être garantie :
 - Pas d'accès toiture,
 - Pas de présence à proximité des paratonnerres et prises de terre,
 - Pas d'utilisation d'engins de levage en extérieur,
 - Pas d'intervention sur un réseau électrique (même un réseau de capteurs).

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

5. VERIFICATION DES PROTECTIONS Foudre

5.1. Vérification initiale

Tout d'abord, l'article 21 de l'arrêté foudre du 19 juillet 2011 exige que :

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

5.2. Vérifications périodiques

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

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

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

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

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

5.3. 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 équipotentielle ;
- 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.

5.4. Vérification selon la 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.

5.5. 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).

5.6. Fiche de contrôle PDA

Fiche n°.....

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

Par M.....

INSTALLATION EXTERIEURE DE PROTECTION CONTRE LA FOUORE (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		
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 incréméntation,...		
	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 incréméntation,...		
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,...		
	$0 < \text{conservation} \leq 10$ 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 :

5.7. Fiche de contrôle parafoudres

Fiche n°:.....

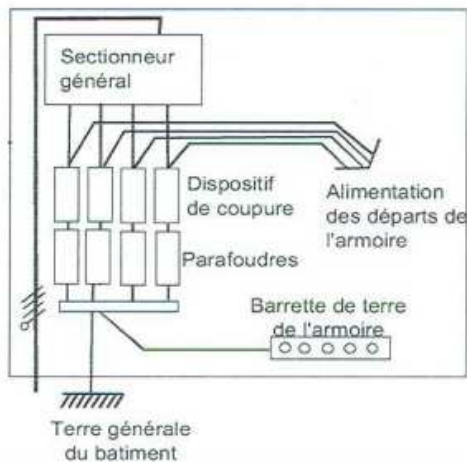
Vérification effectuée le :/...../.....

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

I_{max} :kA

INSPECTION VISUELLE :

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

OUI NON
 OUI NON
 OUI NON
 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 :

5.8. Fiche de contrôle équipotentialité

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 :