



1G GROUP SAS

Centre d'affaires Le 15

50 rue Ernest Renan - 69120 VAULX EN VELIN

Tél : 04 28 29 64 58 - 07 64 41 71 07

contact@1g-foudre.com

www.1g-foudre.com



ETUDE TECHNIQUE Foudre

PROJET ENTREPÔT LOGISTIQUE – BÂTIMENT 1

ZAC DE LA TURQUERIE
BOULEVARD HENRI RAVISSE
62100 CALAIS

<p><u>Adresse de l'établissement :</u></p> <p>PROJET ENTREPÔT LOGISTIQUE – BÂTIMENT 1 ZAC DE LA TURQUERIE BOULEVARD HENRI RAVISSE 62100 CALAIS</p>	<p><u>Commanditaire de l'étude :</u></p> <p>KALIES 16 RUE LOUIS NEEL 59260 LEZENNES</p>
<p><u>Etude sur plan :</u></p>	<p>11 janvier 2019</p>
<p><u>Rédigé par :</u></p>	<p>Mohamed HADDACHE Responsable d'Affaires 07 67 38 72 26 m.haddache@1g-foudre.com</p> 
<p><u>Validé par :</u></p>	<p>Youssef HADDACHE Président – Directeur Technique 07 64 41 71 07 y.haddache@1g-foudre.com</p> 

DATE	INDICE	MODIFICATIONS
11/01/2019	A	Première diffusion

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Le seul rapport faisant foi est le rapport envoyé par **1G Foudre**.

ABREVIATIONS

ARF	Analyse du Risque Foudre
ATEX	Atmosphère Explosive
BT	Basse Tension
CEM	Compatibilité Electromagnétique
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
ET	Etude Technique
HT	Haute tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEMF	Impulsion électromagnétique foudre
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
INB	Installation nucléaire de base
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des risques
MALT	Mise A La Terre
MMR	Mesures de la Maîtrise du Risque
NPF	Niveau de Protection contre la Foudre
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PDT	Prise De Terre
SPF	Système de Protection Foudre
TGBT	Tableau Général Basse Tension
ZPF	Zone de Protection Foudre

SOMMAIRE

CHAPITRE 1	OBJET DE L'ETUDE	5
1.1	PRESENTATION DE LA MISSION	5
1.2	REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES	6
1.3	BASE DOCUMENTAIRE	8
CHAPITRE 2	METHOLOGIE	9
CHAPITRE 3	PRESENTATION GENERALE DU SITE	10
3.1	ADRESSE DU SITE	10
3.2	PRESENTATION GENERALE DU SITE	10
3.3	LISTE DES RUBRIQUES ICPE	10
3.4	ZONAGE ATEX	12
3.5	LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE	12
3.6	MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE	12
3.7	SERVICES ET CANALISATIONS	12
CHAPITRE 4	SYNTHESE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	13
CHAPITRE 5	PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS	14
5.1	GENERALITES SUR LES IEPF	14
5.2	LES DIFFERENTS TYPE D'IEPF	15
5.3	TRAVAUX A REALISER	17
5.3.1	NIVEAU DE PROTECTION	17
5.3.2	CHOIX DU TYPE DE PROTECTION	17
5.3.3	IEPF A METTRE EN PLACE	17
CHAPITRE 6	PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS	25
6.1	GENERALITES SUR LES IIPF	25
6.2	LES DIFFERENTS TYPES DE PARAFONDRES	25
6.3	PROTECTION DES COURANTS FORTS	26
6.3.1	DETERMINATIONS DES CARACTERISTIQUES DES PARAFONDRES	26
6.3.2	RACCORDEMENT	29
6.3.3	DISPOSITIF DE DECONNEXION	29
CHAPITRE 7	PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	30
7.1	PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS A PROXIMITE DES CONDUCTEURS	30
7.2	DETECTION D'ORAGE	30
7.3	PROCEDURE	31
CHAPITRE 8	REALISATION DES TRAVAUX	31
CHAPITRE 9	VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	32
9.1	VERIFICATION INITIALE	32
9.2	VERIFICATION PERIODIQUE	32
9.3	VERIFICATION SUPPLEMENTAIRE	33
9.4	MAINTENANCE	33
CHAPITRE 10	BILAN DES TRAVAUX A REALISER	34

Chapitre 1 OBJET DE L'ETUDE

1.1 PRESENTATION DE LA MISSION

Dans le cadre de la réglementation (Arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis aux rubriques 1510,1530,1532,2662 et 2663, qui renvoie à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre »), **le bâtiment 1** sera situé sur la commune de **CALAIS (62)** devra réaliser une Analyse de Risque Foudre (ARF) et une Etude Technique de protection contre la Foudre (ETF).

L'Analyse de Risque Foudre « R1 » du site a été réalisée en 2018 par la société **1G FONDRE (rapport n°1GF0229)**.

Cette analyse montre que certaines installations requièrent des protections contre la foudre vis-à-vis du risque de perte de vie humaine (risque visé par l'arrêté Foudre du 04/10/2010 modifié par l'arrêté du 19/07/2011).

Le présent document constitue **l'étude technique** de protection contre la foudre détaillée, pour les bâtiments étudiés, et pour chaque protection requise par l'Analyse de Risque Foudre, qu'elle soit une protection contre les effets directs ou contre les effets indirects de la foudre :

- Le type de protection existante ou complémentaire requise,
- Ses caractéristiques techniques,
- Sa localisation,
- Les modalités de sa vérification.

L'installateur doit impérativement se reporter aux prescriptions particulières et à la description des travaux définis dans ce document pour la mise en place des protections dans les détails et se conformer aux documents de référence.

IMPORTANT : l'Etude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine). Elle ne concerne pas :

- **Les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine,
- **Les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4),**
- **Les risques d'impact médiatique** relatifs à un dommage physique (incendie / explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

1.2 REFERENCES REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Normes de références

Norme	Version	Désignation
NF EN 62 305-1	Juin 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux
NF EN 62 305-2	Novembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque
NF EN 62 305-3	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains
NF EN 62 305-4	Décembre 2006	Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures
NF C 17-102	Septembre 2011	Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage
NF C 15-100	Compil 2013	Installations électriques basse tension
NF EN 61 643 - 11	Septembre 2002	Parafoudres pour installation basse tension
NF EN 62561 -1	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 1 : exigences pour les composants de connexion
NF EN 62561 -2	Décembre 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 2 : exigences pour les conducteurs et les électrodes de terre
NF EN 62561 -3	Aout 2016	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 3 : exigences pour les éclateurs d'isolement
NF EN 62561 -4	Mai 2011	Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 4 : exigences pour les fixations de conducteur
NF EN 62561 -5	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 5 : exigences pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre
NF EN 62561 -6	Novembre 2011	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 6 : exigences pour les compteurs de coups de foudre (LSC)
NF EN 62561 -7	Décembre 2012	Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) - Partie 7 : exigences pour les enrichisseurs de terre
NF EN 61 643 - 11	Mai 2014	Parafoudres BT - Partie 11 : parafoudres connectés aux systèmes basse tension - Exigences et méthodes d'essai
CEI 61643-12	Novembre 2008	Parafoudres BT- Partie 12 : parafoudres connectés aux réseaux de distribution BT - Principes de choix et d'application
NF EN 61643-21	Novembre 2001	Parafoudres BT – Partie 21 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais
IEC 61643-22	Juin 2015	Parafoudres BT – Partie 22 : parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunication – Principes de choix et d'application

Textes réglementaires

Norme	Désignation
Arrêté du 4 octobre 2010	Arrêté relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011
Circulaire du 24 avril 2008	Relative à l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011
Arrêté du 11 avril 2017	Arrêté relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, y compris lorsqu'ils relèvent également de l'une ou plusieurs des rubriques 1530, 1532, 2662 ou 2663 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Guides pratiques

Guide	Version	Désignation
Guide UTE C 15-443	Août 2004	Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres
Guide UTE C 15-712-1	Juillet 2010	Guide pratique des installations photovoltaïques raccordées au réseau public de distribution
Guide OMEGA 3 de l'INERIS	Décembre 2011	Protection contre la foudre des installations classées pour la protection de l'environnement.
Guide GESIP	4 juillet 2014	Protection des installations industrielles contre les effets de la foudre
Guide COOP	Juin 2010 v2	Application aux activités de stockage de céréales, de phytosanitaires et d'engrais.

1.3 BASE DOCUMENTAIRE

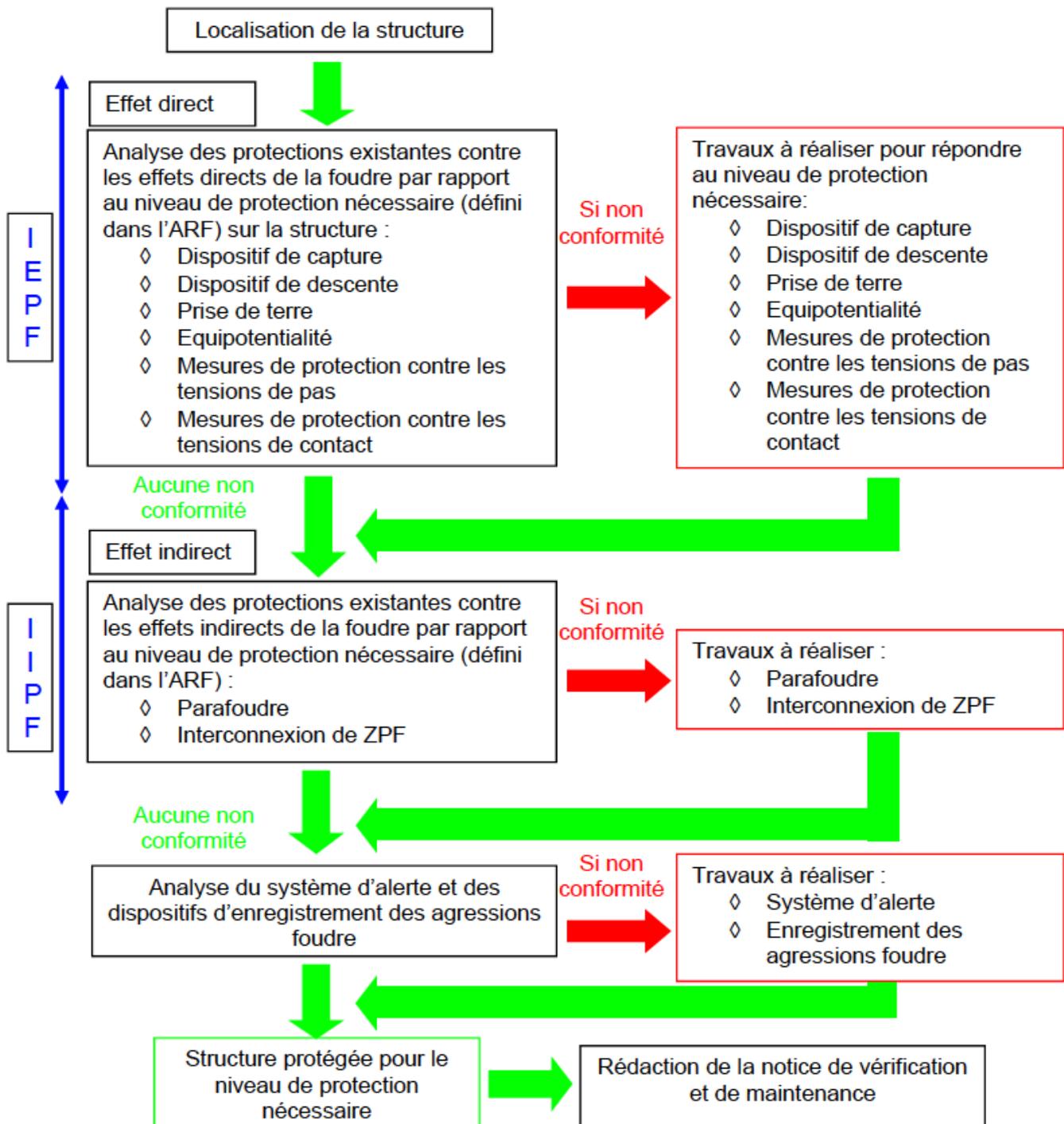
L'étude technique ci-après se base sur les informations et plans fournis par la société **KALIES**. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

Documents	Numéro du document	Auteur du document	Fourni
Installation Classée pour la Protection de l'Environnement			
Etude de dangers	/	/	Non
Classement ICPE	/	/	Oui
DDAE	/	/	Non
Protection contre la Foudre			
Analyse du Risque Foudre	1GF0229 (11/01/2019)	1G FOU DRE	Oui
Risque incendie			
Zonage ATEX	/	/	Non
Potentiels de dangers	/	/	Oui
Plans			
Plan de masse	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan d'implantation	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan des façades et coupes des bâtiments	(26/11/2018)	ICI	Oui
Plan Rez-De-Chaussée	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan parcellaire	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan de rackage	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan de défense incendie	(05/12/2018)	ICI	Oui
Plan de coupe transversale	(24/01/2019)	ICI	Oui
Plan de rétention en coupe	(25/01/2019)	ICI	Oui
Services (énergie, communication...)			
Synoptique électrique	/	/	Non

En l'absence de certains éléments d'information nécessaires, la détermination des valeurs des facteurs correspondants est remplacée par les valeurs prévues par la norme NF EN 62305-2. Les calculs des composantes des risques sont effectués avec ces valeurs par défaut.

Chapitre 2 METHOLOGIE

Pour chacune des structures nécessitant une protection contre la foudre, la méthodologie ci-dessous est appliquée.



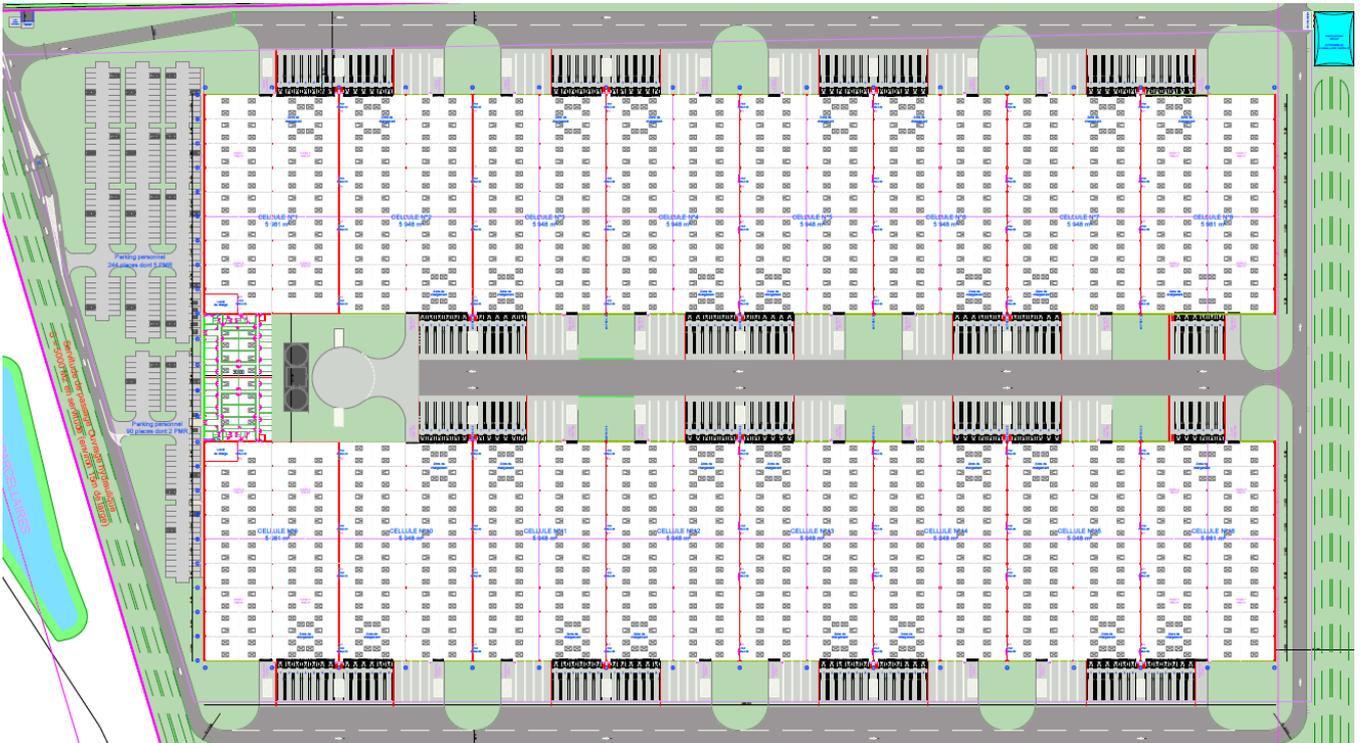
Chapitre 3 PRESENTATION GENERALE DU PROJET

3.1 ADRESSE DU SITE

Le site sera situé :

PROJET ENTREPÔT LOGISTIQUE – BÂTIMENT 1
ZAC DE LA TURQUERIE
BOULEVARD HENRI RAVISSE
62100 CALAIS

3.2 PRESENTATION GENERALE DU PROJET



Plan de masse du projet

Le projet comprendra :

- 16 cellules ;
- Quais de chargement ;
- Parking VL et PL ;
- Locaux sociaux (bureaux) ;
- Locaux techniques (local sprinkler, groupe électrogène, transformateur privé, local de charge).

3.3 LISTE DES RUBRIQUES ICPE

Les rubriques ICPE soumises à autorisation sont listées dans le tableau suivant :

N° de rubrique	Désignation de la rubrique	Régime du projet
1510	<p>Entrepôts couverts (stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes dans des), à l'exclusion des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant, par ailleurs, de la présente nomenclature, des bâtiments destinés exclusivement au remisage de véhicules à moteur et de leur remorque, des établissements recevant du public et des entrepôts frigorifiques.</p> <p>Le volume des entrepôts étant :</p> <p>1. Supérieur ou égal à 300 000 m³..... (A) 2. Supérieur ou égal à 50 000 m³ mais inférieur à 300 000 m³..... (E) 3. Supérieur ou égal à 5 000 m³ mais inférieur à 50 000 m³..... (DC)</p>	A
1530	<p>Papiers, cartons ou matériaux combustibles analogues y compris les produits finis conditionnés (dépôt de), à l'exception des établissements recevant du public.</p> <p>Le volume susceptible d'être stocké étant :</p> <p>1. Supérieur à 50 000 m³..... (A - 1) 2. Supérieur à 20 000 m³ mais inférieur ou égal à 50 000 m³..... (E) 3. Supérieur à 1 000 m³ mais inférieur ou égal à 20 000 m³..... (D)</p>	A
1532	<p>Bois ou matériaux combustibles analogues y compris les produits finis conditionnés et les produits ou déchets répondant à la définition de la biomasse et visés par la rubrique 2910-A, ne relevant pas de la rubrique 1531 (stockage de), à l'exception des établissements recevant du public.</p> <p>Le volume susceptible d'être stocké étant :</p> <p>1. Supérieur à 50 000 m³..... (A-1) 2. Supérieur à 20 000 m³ mais inférieur ou égal à 50 000 m³..... (E) 3. Supérieur à 1 000 m³ mais inférieur ou égal à 20 000 m³..... (D)</p>	A
2662	<p>Polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de).</p> <p>Le volume susceptible d'être stocké étant :</p> <p>1. Supérieur ou égal à 40 000 m³..... (A - 2) 2. Supérieur ou égal à 1 000 m³ mais inférieur à 40 000 m³..... (E) 3. Supérieur ou égal à 100 m³ mais inférieur à 1 000 m³..... (D)</p>	A
2663	<p>Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de) :</p> <p>1. A l'état alvéolaire ou expansé tels que mousse de latex, de polyuréthane, de polystyrène, etc., le volume susceptible d'être stocké étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal à 45 000 m³..... (A - 2) b) Supérieur ou égal à 2 000 m³ mais inférieur à 45 000 m³..... (E) c) Supérieur ou égal à 200 m³ mais inférieur à 2 000 m³. (D)</p> <p>2. Dans les autres cas et pour les pneumatiques, le volume susceptible d'être stocké étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal à 80 000 m³..... (A - 2) b) Supérieur ou égal à 10 000 m³ mais inférieur à 80 000 m³..... (E) c) Supérieur ou égal à 1 000 m³ mais inférieur à 10 000 m³..... (D)</p>	A

Le site est concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011.

3.4 ZONAGE ATEX

L'étude ATEX des différentes unités projetées n'a pas encore été réalisée à ce stade du projet.

3.5 LISTE DES EQUIPEMENTS DE SECURITE

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteurs, RIA, poteaux incendie	Non
Détection incendie	Oui
Sprinkler	Oui

3.6 MOYENS D'INTERVENTION ET DE SECOURS DU SITE

Le site dispose, suivant les zones, de différents moyens de lutte contre l'incendie :

- Les moyens manuels : extincteurs, poteaux incendie, RIA.
- Le moyen automatique : sprinkler.

En cas de nécessité, l'établissement dépendra du SDIS 62.

3.7 SERVICES ET CANALISATIONS

Caractéristiques du réseau de puissance et de communication

L'alimentation électrique du site reste à définir.

Le régime de neutre utilisé sur le site reste à définir.

Chemins des canalisations

Le site dispose d'un réseau de lutte incendie.

Chapitre 4 SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

Récapitulatif des résultats de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du Risque Foudre a été réalisée par **1G Foudre (rapport N°1GF0229)** conformément à la norme NF EN 62305-2.

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble du site, si oui ou non, l'analyse des dangers conduit à retenir un risque vis-à-vis des effets de la foudre, et si, dans ce cas il y a nécessité de protection.

STRUCTURE	PROTECTION EFFETS DIRECTS	PROTECTION EFFETS INDIRECTS
BÂTIMENT 1	Protection par paratonnerres de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
BUREAUX	Pas de protection nécessaire	Pas de protection nécessaire

EQUIPEMENTS DE SECURITE	Nécessité de protéger chaque équipements de sécurité par des parafoudres adaptés.
PREVENTION	Une mise en place de procédure spécifique de prévention d'orage n'est pas nécessaire.

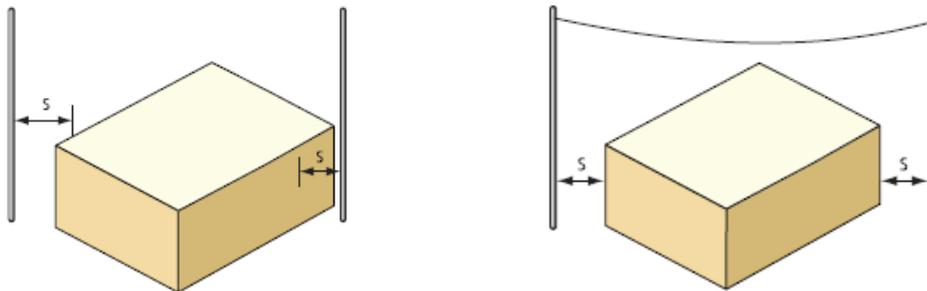
Une installation de protection contre la foudre ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des principes de protection permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Chapitre 5 PROTECTION CONTRE LES EFFETS DIRECTS

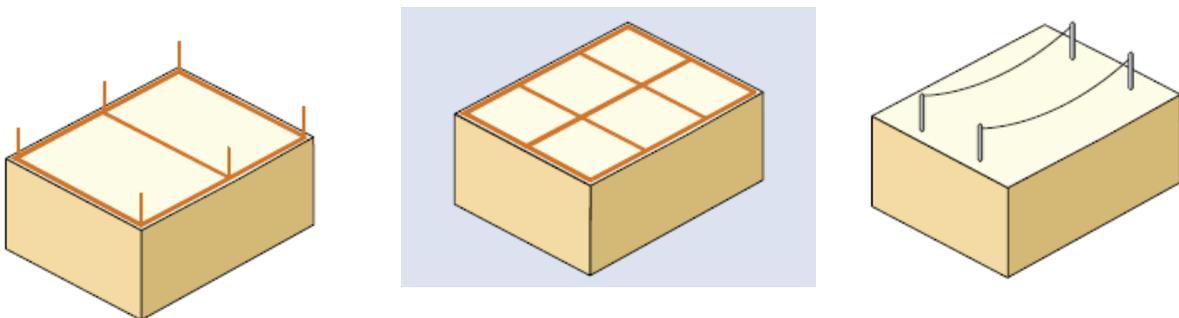
5.1 GENERALITES SUR LES IEPF

Une installation extérieure de protection contre la foudre permet de protéger une structure contre les impacts directs de la foudre ; elle peut être **isolée ou non de la structure à protéger**.

- **Installation isolée** : les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles au champ électromagnétiques de foudre).



- **Installation non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.



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 :

- Dispositif de capture
- Conducteur de descente
- Prise de terre

5.2 LES DIFFERENTS TYPE D'IEPF

Nous distinguons :

➤ La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

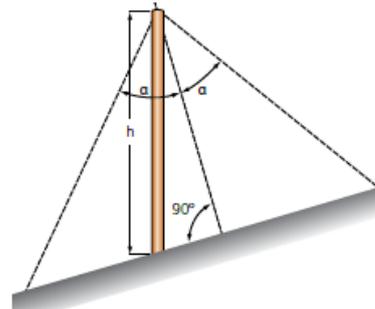
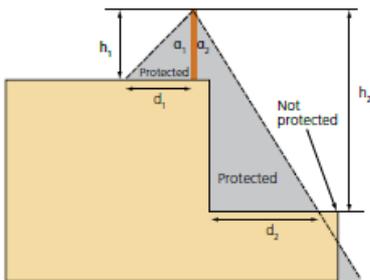
- Tiges simples,
- Fils tendus,
- Cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

○ Tiges simples

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



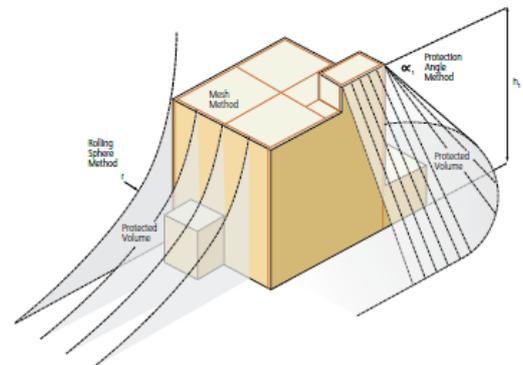
Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ Cages maillées

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre.

Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées.

La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.

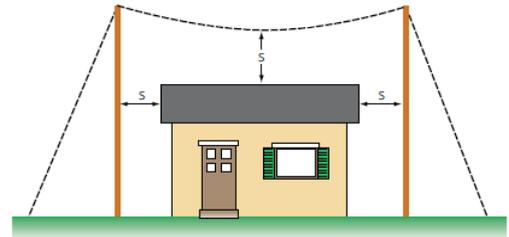


○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger.

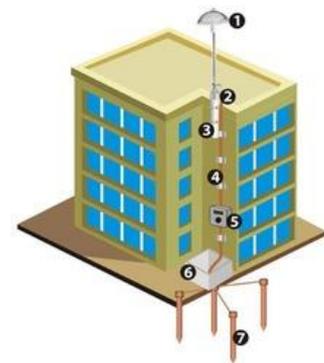
Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité.

L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

La norme NF C 17-102 définit la méthode d'essai permettant d'évaluer l'avance à l'amorçage et, par voie de conséquence, le rayon de protection offert par ce type de paratonnerre.



Rayons de protection des PDA												
H *	I			II			III			IV		
	30	45	60	30	45	60	30	45	60	30	45	60
2	11,4	15	19,2	13,2	16,8	21	15	19,2	24	16,8	21,6	26,4
3	16,8	22,8	28,8	19,8	25,2	31,2	22,8	28,8	35,4	25,2	34,2	39
4	22,8	30,6	38,4	26,4	34,2	41,4	30	39	46,8	34,2	43,2	52,2
5	28,8	37,8	47,4	33	42,6	51,6	31,8	48,6	58,2	42,6	53,4	64,2
6	28,8	37,8	47,4	33	42,6	52,2	38,4	48,6	58,2	43,2	54	64,8
8	29,4	38,4	47,4	33,6	43,2	52,2	39,6	49,8	59,4	45	55,2	65,4

* H = Hauteur de la pointe (m) au dessus de la surface à protéger

Rayon de protection des PDA en fonction de la hauteur du paratonnerre,
de l'avance à l'amorçage et du niveau de protection

Nota : le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % applique aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 19 juillet 2011 concernant la protection foudre des ICPE.

5.3 TRAVAUX A REALISER

5.3.1 NIVEAU DE PROTECTION

Les niveaux de protections déterminé dans l'analyse du risque sont les suivants :

BÂTIMENT 1	Niveau de protection IV
BUREAUX	Pas de protection nécessaire

5.3.2 CHOIX DU TYPE DE PROTECTION

Nous préconisons la méthode de protection par Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage (PDA) pour les raisons suivantes :

- Une mise en œuvre aisée et simplifiée ;
- Nombre de dispositifs de capture et de conducteurs de descente diminués ;
- Travaux de terrassement moins conséquent ;
- Vérification et maintenance simplifiées ;
- Coût des travaux inférieure aux systèmes de protection foudre passifs (cages maillées, tiges simples...).

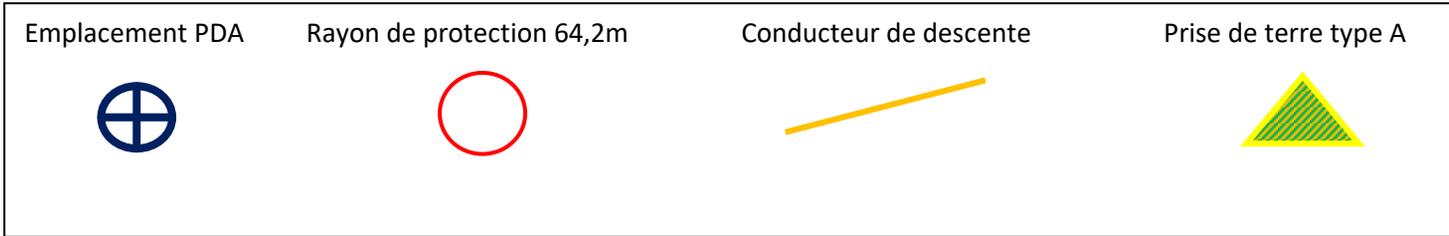
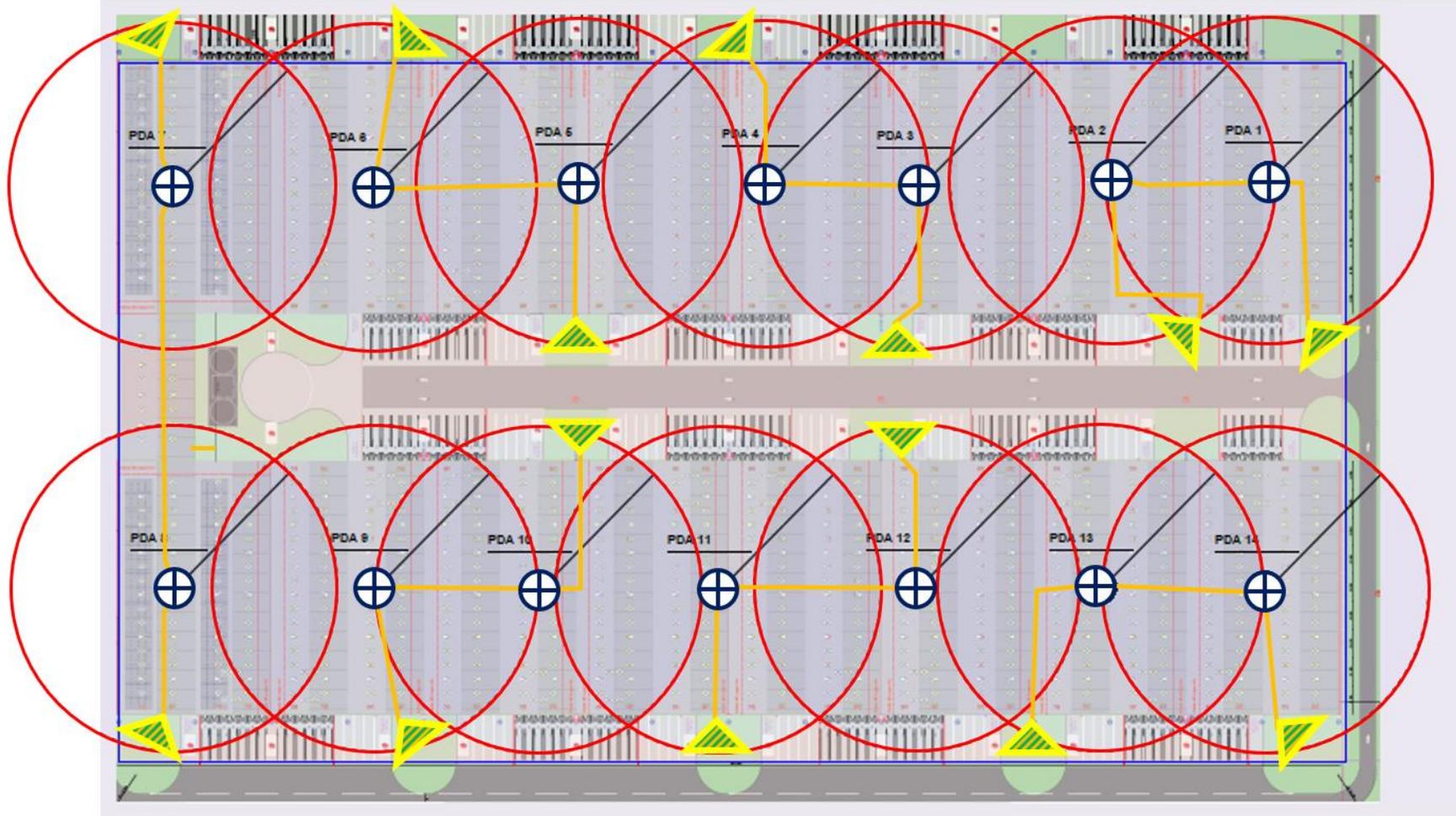
Nota : Les solutions proposées dans ce rapport visent à augmenter l'immunité du site face à la foudre sans toutefois obtenir une garantie d'efficacité à 100 %.

Cependant, la mise en œuvre des dispositions préconisées doit réduire de façon significative les dégâts susceptibles d'être causés par la foudre sur les structures et les équipements et diminuer le risque de perte de vie humaine jusqu'à la valeur fixée par la norme NF EN 62305-2.

5.3.3 IEPF A METTRE EN PLACE :

Dispositif de capture :

- Installation de **14 Paratonnerres à Dispositifs d'Amorçage (PDA)**
- Avance à l'amorçage Δt : **60 μ s**
- Hauteur des mâts : **6,5 mètres** (Le haut du PDA doit être installé au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège)
- Niveau de protection : **IV**
- Rayon de protection : **64,2m** (après réduction des 40% conformément à la circulaire du 24 avril 2008)
- Implantation : En toiture
- Les PDA installés devront être testables, de préférence à distance.



Conducteur de descente :

Selon la norme NFC 17-102, les PDA doivent être connectés à au moins deux conducteurs. Néanmoins, la norme NFC 17-102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descentes spécifiques est nécessaire.

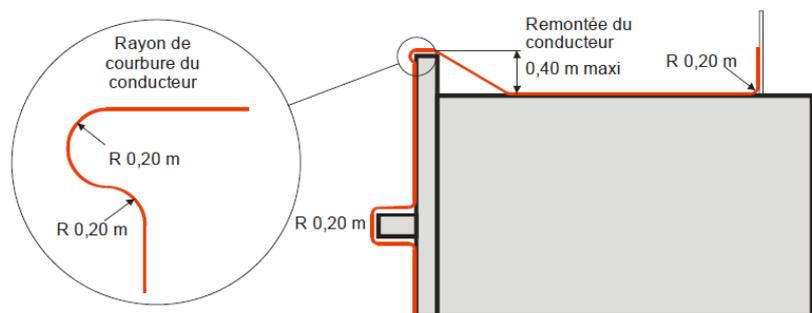
Chacun des conducteurs de descente doit être fixé au PDA au moyen d'un système de connexion placé sur le mât. Ce dernier doit comprendre un élément d'adaptation mécanique qui garantira un contact électrique permanent.

- Installation de **14 conducteurs normalisés** relié entre eux afin de permettre la mutualisation conformément à la norme NF C 17-102.
- Prévoir des réservations dans les acrotères pour le passage des conducteurs si les remontées sont supérieures à 40cm.

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins.

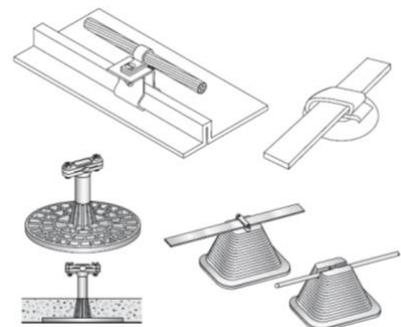


Fixation du conducteur de descente :

Les conducteurs de descente doivent être fixés à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

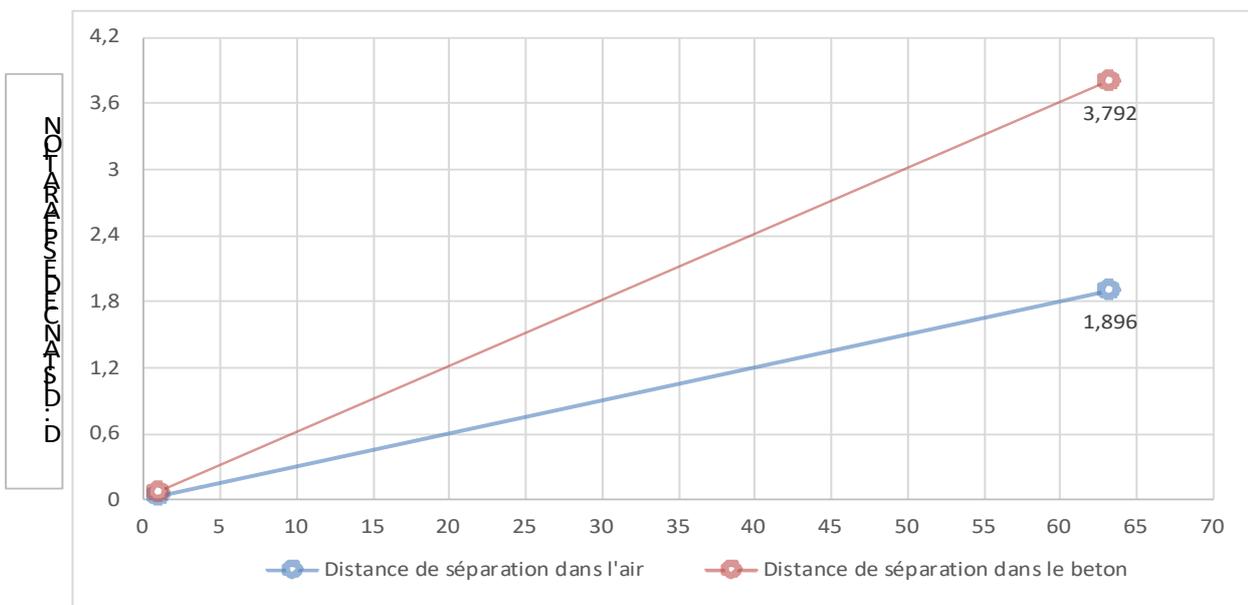
Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.



Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol**.

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION BÂTIMENT 1																			
Dénomination	coef	valeurs à encoder																	
Coefficient k_i																			
dépend du type de SPF choisi: coefficient d'induction	$K_i =$	0,04																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Niveau de protection</th> <th>k_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>0,08</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>0,06</td> </tr> <tr> <td>III et IV</td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table>	Niveau de protection	k_i	I	0,08	II	0,06	III et IV	0,04											
Niveau de protection	k_i																		
I	0,08																		
II	0,06																		
III et IV	0,04																		
Coefficient k_c																			
Calcul de K_c si terre type A	$K_c =$	0,75																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre de conducteurs de descente n</th> <th colspan="2">k_c</th> </tr> <tr> <th>Disposition de terre de type A1 ou A2</th> <th>Disposition de terre de type B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,75 ^{a)}</td> <td>1... 0,5 ^{a)}</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,60 ^{a,c)}</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> <tr> <td>4 et plus</td> <td>0,41 ^{a,c)}</td> <td>1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}</td> </tr> </tbody> </table> <p>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 $k_c = 1$.</p> <p>NOTE D'autres valeurs de k_c peuvent être utilisées si des calculs détaillés sont effectués.</p>	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 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}	3	0,60 ^{a,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}	4 et plus	0,41 ^{a,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}		
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 ^{a)}	1... 0,5 ^{a)}																	
3	0,60 ^{a,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
4 et plus	0,41 ^{a,c)}	1... 1/n (voir Figures E.1 et E.2) ^{a,b)}																	
Coefficient k_m																			
Dépend du matériau de séparation: coefficient lié au matériau																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Matériau</th> <th>k_m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Air</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Béton, briques</td> <td>0,5</td> </tr> </tbody> </table>	Matériau	k_m	Air	1	Béton, briques	0,5													
Matériau	k_m																		
Air	1																		
Béton, briques	0,5																		
Coefficient l																			
Distance mesurée verticalement entre le point où s doit être établie et la ceinture équipotentielle la plus proche.	$l =$	63,2																	
Calcul de s																			
	$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$																		
Distance maximale (en mètre) à respecter dans l' AIR	$s =$	1,896																	
Distance maximale (en mètre) à respecter dans le BETON	$s =$	3,792																	



L : LONGUEUR DU PARATONNERRE À LA PRISE DE TERRE

Matériaux et dimensions :

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-2.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

Joint de contrôle / borne de coupure :

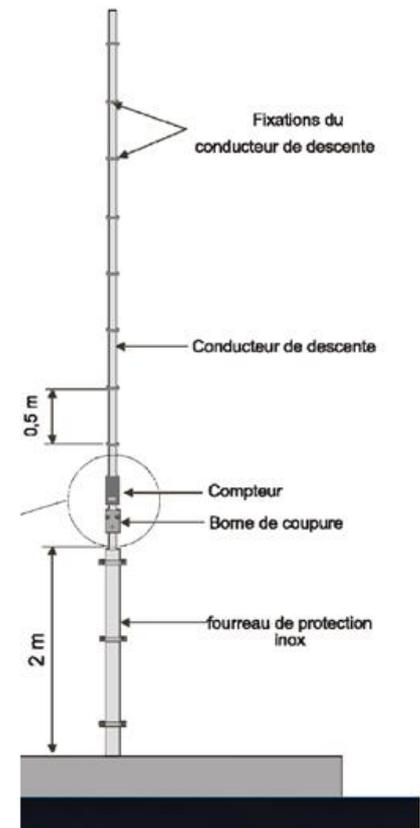
Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561-2) comportant le symbole prise de terre.

Compteur de coup de foudre :

Un compteur de coups de foudre doit être installé sur le conducteur de descente le plus direct et doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle. Il doit être conforme à la NF EN 62561-6. Il faut minimum **un compteur par paratonnerre.**



Prise de terre :

Chaque descente sera reliée à une prise de terre, dont la valeur sera inférieure à 10Ω , conforme à la norme NF C 17-102.

- **14 prises de terre** devront être créées.

Les prises de terre doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10Ω .

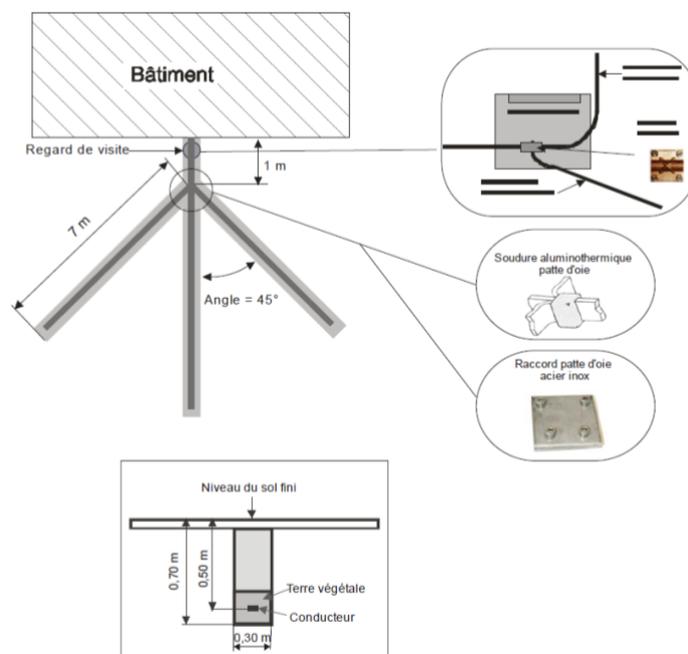
- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long ($> 20 \text{ m}$) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

Deux configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre type A :

○ Patte d'oie

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,

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

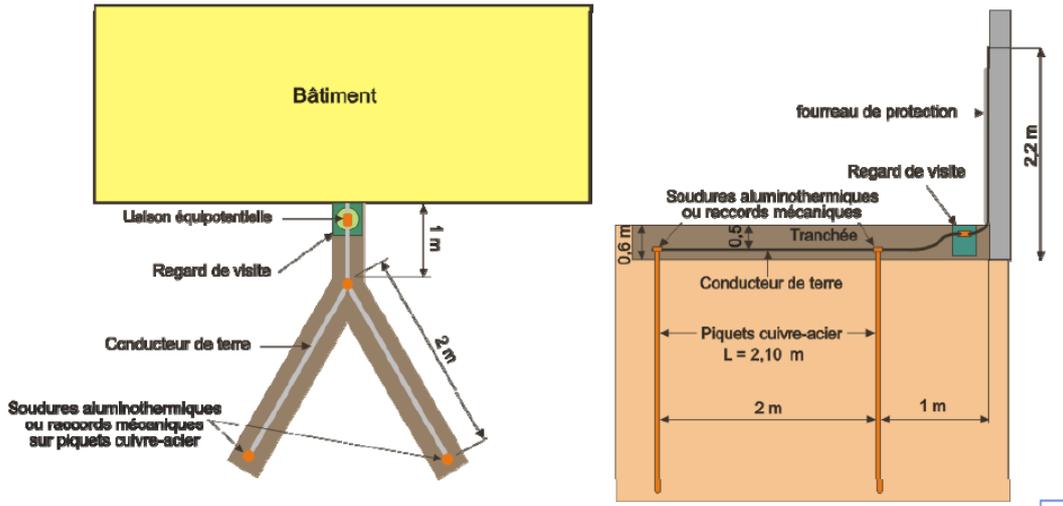


○ Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 6 m** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposées en ligne ou en triangle et séparées les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectées par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.



Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561-6.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

Exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre (extrait de la norme NF EN 62305-3)

○ Dispositions complémentaires

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

- Ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- Ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;

- Application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7 ;

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

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

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

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ (respectivement } 100 \text{ m)} < L1 + 2 \times L2$$

Equipotentialités des prises de terre

Il convient de connecter les prises de terre des paratonnerres à dispositif d'amorçage au fond de fouille du bâtiment à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 50164-2) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

Conditions de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à 500 Ω m, la distance minimum est portée à 5 m.

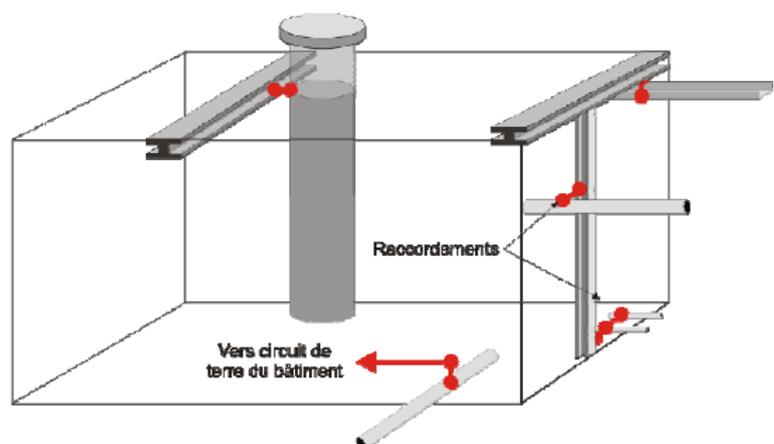
Tension de contact et de pas

Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μ s, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé ;
- Des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Protection des canalisations

Interconnecter les canalisations métalliques (à l'exception des canalisations de gaz) au circuit de terre à leur pénétration dans le bâtiment à l'aide de tresses en cuivre étamé de 25mm².



Chapitre 6 PROTECTION CONTRE LES EFFETS INDIRECTS

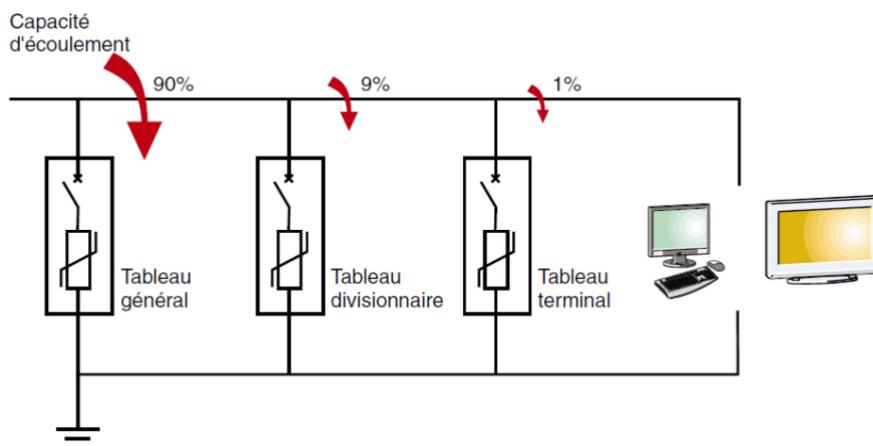
Suite à l'analyse probabiliste du risque foudre basée sur la norme NF EN 62305-2, le **bâtiment 1** nécessitera une protection contre les **effets indirects de la foudre de niveau IV** sur chacune des liaisons pénétrantes dans les bâtiments.

6.1 GENERALITES SUR LES IIPF

La protection foudre se structure de la même façon qu'une protection disjoncteur : les parafoudres de plus forte capacité d'écoulement sont en tête d'installation et ceux qui ont des caractéristiques plus faibles sont situés dans les tableaux divisionnaires ou dans les tableaux terminaux.

Dans l'organisation de la protection foudre, on distingue donc :

- **La protection de tête** : elle est située en tête d'installation, au niveau du TGBT ou en tête des bâtiments si l'installation en comporte plusieurs.
- **La protection fine** : elle est positionnée au plus proche des récepteurs



6.2 LES DIFFERENTS TYPES DE PARAFOUDRES

Les parafoudres permettent de réaliser la protection de tête pour certains, ou la protection fine, et se classent de la façon suivante :

- **Les parafoudres de type 1** : avec une très forte capacité d'écoulement, ils sont destinés à la protection de tête des bâtiments équipés de paratonnerres.
- **Les parafoudres de type 2** : avec une forte capacité d'écoulement, ils servent pour la protection de tête en l'absence de paratonnerre.
- **Les parafoudres de type 1 + 2** : parafoudres qui satisfont aux essais de parafoudre de type 1 et de type 2.
- **Les parafoudres de type 3** : ils sont exclusivement réservés à la protection fine des récepteurs et s'installent derrière un type 1 ou un type 2.

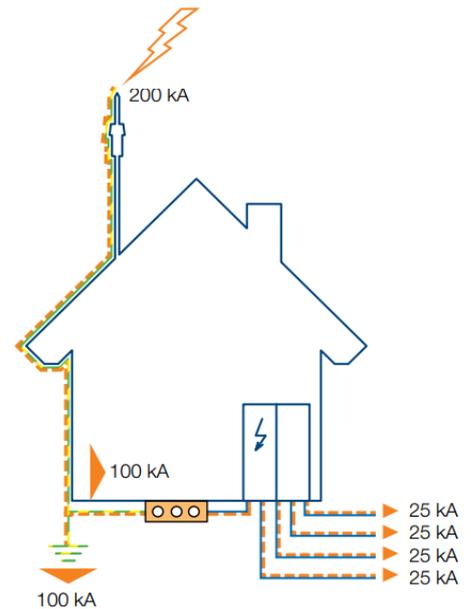
6.3 PROTECTION DES COURANTS FORTS

6.3.1 DETERMINATIONS DES CARACTERISTIQUES DES PARAFOUDRES

Ces parafoudres sont obligatoires étant donné la présence d'un dispositif de capture (PDA). Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.



Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 :

Détermination du courant I_{imp} que doit pouvoir écouler le parafoudre sans destruction : le parafoudre doit pouvoir écouler au minimum 50% du courant de foudre direct en onde 10/350 µs.

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	<i>I</i>	kA	200	150	100	

Le niveau de protection calculé dans l'Analyse du Risque Foudre conduit à déterminer le courant foudre que doit pouvoir écouler le parafoudre. Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp} \max$$

n est le nombre de pôles
 m est le nombre de lignes

Nous retenons les valeurs suivantes :

- Niveau de protection : IV
- Nombre de pôles n : 3 ou 4 (à définir en fonction du régime de neutre)
- Nombre de lignes m : 1

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Courant de choc I_{imp} en onde 10/350 μ s \geq A définir une fois le régime de neutre connu

	Nombre de fils par ligne	Niveau de protection			
		I	II	III	IV
		Valeur de I_{imp} mini (en kA)			
IT avec neutre	4	25,0	18,8	12,5	
IT sans neutre	3	33,3	25,0	16,7	
TN-C	3	33,3	25,0	16,7	
TN-S (tri + neutre)	4	25,0	18,8	12,5	
TN-S (mono)	2	50,0	37,5	25,0	
TT (tri + neutre)	4	25,0	18,8	12,5	
TT (mono)	2	50,0	37,5	25,0	

Installation à réaliser :

PARAFONDRE TYPE 1	
Type de parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 1 (Régime de neutre à définir)	TGBT du site

PARAFONDRE TYPE 1 + 2	
Type de parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 1 + 2 (Régime de neutre à définir)	Armoire divisionnaire de chaque cellule

PARAFONDRE TYPE 2	
Type de parafoudre	Localisation
1 parafoudre Type 2 (Régime de neutre à définir)	Centrale détection incendie
1 parafoudre Type 2 (Régime de neutre à définir)	Autres armoires alimentant les équipements de sécurité

Liste des caractéristiques des parafoudres :

Les parafoudres de type 1 ont les caractéristiques suivantes selon CEI 61643-11 et guide UTE C 15-443.

Caractéristiques des parafoudres Type 1 :

- Régime de neutre : **A définir en fonction du régime de neutre**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 400 V**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} = à définir**
- Niveau de protection / **Up = 2,5 kV**
- Forme du courant : **10/350 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

Caractéristiques des parafoudres Type 1+2 :

- Régime de neutre : **A définir en fonction du régime de neutre**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 400 V**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} = à définir**
- Intensité nominale In de décharge (en onde 8/20 μ s) **≥ 5kA ;**
- Intensité maximale I_{max} de décharge (en onde 8/20 μ s) **≥ 10kA**
- Niveau de protection / **Up = 1,5 kV**
- Forme du courant : **10/350 μ s et 8/20 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

Caractéristiques des parafoudres Type 2 :

- Intensité nominale In de décharge (en onde 8/20 μ s) **≥ 5kA ;**
- Intensité maximale I_{max} de décharge (en onde 8/20 μ s) **≥ 10kA**
- Niveau de protection / **Up = 1,5 kV**
- Forme du courant : **8/20 μ s**
- Signalisation de défaut en face avant

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

NOTA : L'installation des parafoudres devra impérativement respecter les recommandations du guide UTE C 15-443 et respecter une homogénéité des marques (coordination).

6.3.2 RACCORDEMENT

L'efficacité de la protection contre la foudre dépend principalement de la qualité de l'installation des parafoudres.

En cas de coup de foudre, l'impédance des câbles électriques augmente de façon importante (l'impédance du circuit croît également avec sa longueur). La loi d'ohm nous impose $U = Zi$ et, en cas de coup de foudre, i est très grand.

Ainsi la longueur L_1 , L_2 et L_3 de la règle des « 50 cm » impactent directement la tension aux bornes de l'installation pendant le coup de foudre.

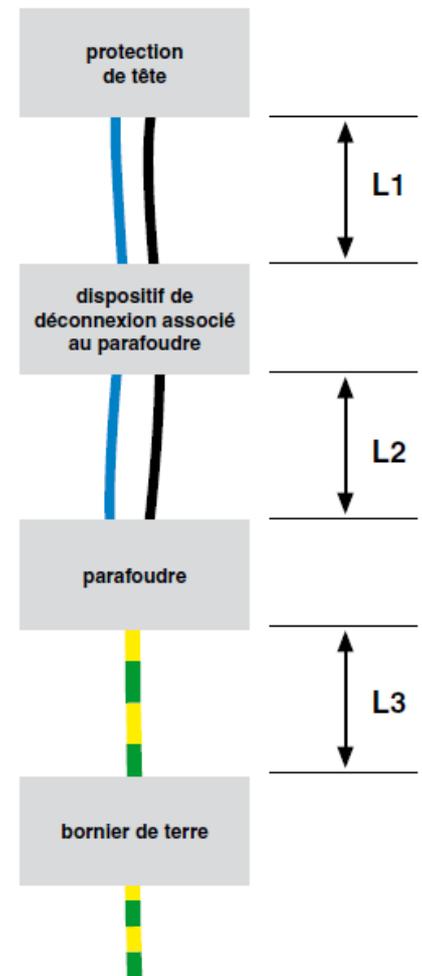
Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE.

La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m ($L_1+L_2+L_3$)**.

La règle s'applique à la portion de circuit empruntée exclusivement par le courant de foudre. Lorsque la longueur de celle-ci est supérieure à 50 cm, la surtension transitoire devient trop importante et risque d'endommager les récepteurs.

La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.



6.3.3 DISPOSITIF DE DECONNEXION

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteur...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). **Afin de privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité et devront avoir un pouvoir de coupure supérieur à l'ICC au point de l'installation**.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.

Chapitre 7 PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

7.1 PROTECTION CONTRE LES TENSIONS DE CONTACT ET DE PAS A PROXIMITE DES CONDUCTEURS

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si une des conditions suivantes est satisfaite :

- La probabilité pour que les personnes s'approchent et la durée de leur présence à l'extérieur de la structure et à proximité des conducteurs de descente est très faible.
- Les conducteurs naturels de descente sont constitués de plusieurs colonnes de la structure métallique de la structure ou de plusieurs poteaux en acier interconnectés, assurant leur continuité électrique.
- La résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 kΩm.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'être vivants en raison des tensions de contact telles que :

- L'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μs, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé ;
- Des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

Des pancartes d'avertissement seront installées sur les descentes cheminant à proximité des zones de passage du personnel.

7.2 DETECTION D'ORAGE

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut-être :

- Soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEORAGE,
- Soit un système local de détection par moulin à champ.

En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15kV/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque

La mise en place d'un système de détection d'orage sur le site ne semble pas adaptée et indispensable compte tenue de l'activité du site.

7.3 PROCEDURE

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 :

- Un homme en 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.

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

En période d'orage proche, on ne doit pas :

- Entreprendre de tournée d'inspection.
- Travailler en hauteur.
- Rester dans les endroits dégagés ou à risques.
- Travailler sur le réseau électrique.

Chapitre 8 REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Il est attribué depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 (JOE du 5 aout 2011).

Chapitre 9 VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

9.1 VERIFICATION INITIALE

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section...).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

9.2 VERIFICATION PERIODIQUE

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

- Visuellement tous les ans.
- Complètement tous les 2 ans.

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, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

9.3 VERIFICATION SUPPLEMENTAIRE

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans un carnet de bord mis à disposition du vérificateur, inspecteur, etc.

9.4 MAINTENANCE

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

Chapitre 10 BILAN DES TRAVAUX A REALISER

Le tableau ci-dessous synthétise les travaux à réaliser dans le cadre de la protection contre la foudre.

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
ENSEMBLE DU SITE	Mise en place de 14 Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) 60us afin de protéger le site en Niveau IV .	<p>Mise en place de parafoudre type 1 de niveau IV au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TGBT <p>Mise en place de parafoudre type 1 +2 de niveau IV au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - AD de chaque cellule <p>Mise en place de parafoudre type 2 de niveau IV au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centrale détection incendie - Autres armoires alimentant les équipements de sécurité <p>Mise en place d'un parafoudre téléphonique au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Report d'alarme incendie