

Analyse du Risque Foudre



Site :
CAILLOT Transports
Chemin des pendants
51540 - BETHENY

Ref : **ARF-18-17172**

Rédigé par : Sté ADEE electronic
300, rue des Arts & Métiers
21410 Pont de Pany
Tel : 03 80 49 76 75



A l'attention de : Caillot Transport
Mr David LOY
ZI du Buisson Sarrazin
51450 Bétheny - FR

Création du document :	Intervenant	Date	Signature
rédigé par :	J.MARCUZ	03/12/2018	
Vérifié par :	A.COMPAROT	03/12/2018	
Date dernière mise à jour	16/01/2020	Version du document	V2.1

GESTION DU DOCUMENT

Date mise à jour	Intervenant	Modification / Version document
03/12/2018	J.MARCUZ	Création / V1.0
03/12/2018	A.COMPAROT	Vérification / V1.0
12/11/2019	J.MARCUZ	Mise à jour (Ajout bâtiment D) / V2.0
12/11/2019	J.MARCUZ	Mise à jour (Mise à jour infos bâtiment D) / V2.1

SOMMAIRE

Gestion du document.....	2
Sommaire	3
1 Contexte réglementaire et normatif	4
1.1 Qualification	4
1.2 Généralités à propos de la protection foudre	4
2 Contenu de l'Analyse de Risque Foudre.....	6
2.1 Méthodologie	6
2.2 Détermination des zones à l'intérieur de la structure :	7
2.3 Limites d'intervention	7
2.4 Données d'entrée de l'ARF	8
3 Généralités à propos du site	9
3.1 Informations générales	9
3.2 Synthèse de l'analyse du risque foudre	10
3.3 Données relatives à la foudre du site.....	11
3.4 Liste des Equipements Importants Pour la Sécurité	12
4 Analyse de risque foudre sur les structures	13
4.1 Z1 – Bâtiment A	14
4.2 Z2 – Bâtiment B.....	20
4.3 Z3 – Bâtiment C.....	26
4.4 Z4 – Bâtiment D.....	35
5 Mesures de prévention contre les tensions dangereuses.....	44
5.1 Protection contre les tensions de contact	44
5.2 Mesures de protection contre les tensions de pas.....	44
6 Glossaires / abréviations:.....	46
7 Documents annexes	48
7.1 Plan de masse du site	48
7.2 Description des coefficients de risque estimés de la norme NFEN62305-2	49
7.3 Résistivités électriques de différents types de sols.....	50
7.4 Niveau céramique : relevé communal météorage.....	51
7.5 Données traitées par le logiciel JUPITER :	52

1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

L'Analyse du Risque Foudre entre dans le processus de gestion du risque foudre des installations pour lesquelles une agression par la foudre peut être à l'origine d'un événement susceptible de porter atteinte, directement ou indirectement, aux personnes ou à l'environnement tel que décrit dans l'arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010.

Dans le cas de sites non soumis à l'arrêté, la procédure décrite dans l'arrêté sert de base de travail.

Le rôle de l'ARF qui constitue la première étape du processus de gestion du risque foudre décrit par l'arrêté et consiste à partir des méthodes décrites dans la norme NF EN 62305-2 et des données relatives à l'environnement, aux caractéristiques et à l'utilisation d'un bâtiment ou d'une structure est d'en évaluer le besoin de protection contre les conséquences de la foudre.

L'étape suivante de la gestion du risque foudre d'une installation suivant la procédure décrite par l'arrêté est l'étude technique foudre (ETF) qui définit les protections externes (IEPF) et/ou internes (IIPF) à mettre en œuvre pour satisfaire les besoins exprimés dans l'ARF.

Le processus de gestion du risque foudre inclut également un cycle de vérifications périodiques décrit dans la notice de vérification et de maintenance qui accompagne l'étude technique.

1.1 Qualification

La présente étude technique foudre a été réalisée par une entreprise qualifiée QUALIFOUDRE analyses de risque foudre » et « Etudes Techniques Foudre » ; attestation 06116855026.



1.2 Généralités à propos de la protection foudre

La foudre est un phénomène électrostatique de grande amplitude généré par l'activité orageuse.

De violents courants d'air verticaux s'établissent à l'intérieur des nuages d'orage (cumulonimbus) dont l'extension verticale peut atteindre 15 km. Ces courants violents entraînent des fragments de glace, des grêlons, et des gouttelettes d'eau véhiculant des ions des deux polarités et séparant ainsi les charges électriques pour progressivement charger le nuage. Le déséquilibre des charges électriques peut apparaître au sein du nuage (haut/bas), entre deux nuages, ainsi qu'entre la base du nuage et le sol, lorsque celui-ci est maximal, des arcs électriques (éclairs) peuvent se produire entre nuages et notamment entre les nuages et la terre lors d'un coup de foudre.

La foudre crée un courant de forte intensité (15 à 30 kA en moyenne), avec des maximums de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement rapides au point d'impact avec le sol ou avec un bâtiment ou structure.

Ce courant de foudre peut être à l'origine d'événements dangereux (éclatement de maçonnerie, incendie, explosions) mais elle peut aussi causer des dégâts importants aux équipements électriques, électroniques et informatiques.

Elle rayonne également un champ électromagnétique très intense, lui-même générateur de courants parasites sur les câbles qu'il « illumine » particulièrement lorsqu'ils forment des boucles. Enfin, elle crée des phénomènes dits de « remontées de terre » lors de son

écoulement à la terre, en créant des différences de potentiel entre les différentes prises de terre en présence.

Les moyens de protection contre la foudre et ses conséquences sont :

- les systèmes communément appelés paratonnerres, qui peuvent se présenter sous forme de pointes métalliques simples en haut des éléments les plus hauts des structures, de conducteurs disposés en réseau maillé sur la toiture et les façades d'un bâtiment (cage maillée), de fils tendus au-dessus des zones ou structures à protéger ou encore de paratonnerre à dispositif d'amorçage, comportant généralement un circuit électronique assurant un déclenchement précoce de traceur ascendant afin d'augmenter le rayon d'attraction d'une pointe.
- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des masses métalliques et des terres du site dont le but est de limiter les conséquences du phénomène de remontée de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques telles que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau de surface (appelé aussi plan de masse) a pour effet de réduire les tensions qui peuvent apparaître entre ces éléments conducteurs et drainer les courants générés qui peuvent parcourir des conducteurs actifs.
- Installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments pour éviter les étincelles dangereuses complétée de parafoudres pour protéger contre les surtensions les équipements ayant une fonction de sécurité.

On regroupe ces moyens de protection en 2 groupes suivant qu'ils sont localisés à l'intérieur (IIPF) ou à l'extérieur (IEPF) de la structure à protéger.

2 CONTENU DE L'ANALYSE DE RISQUE Foudre

Une analyse du risque foudre (A.R.F.)

L'A.R.F. identifie :

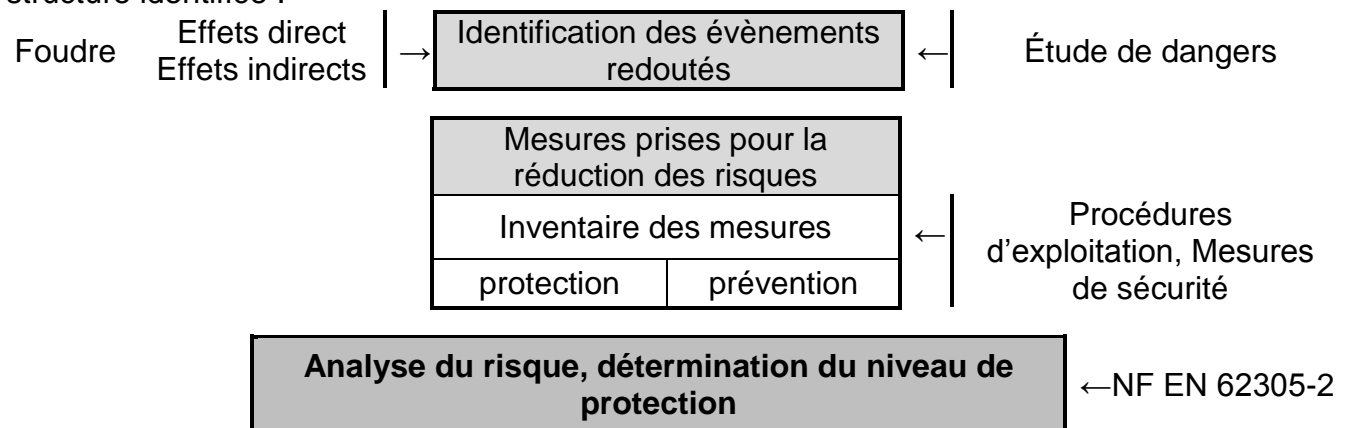
- Les structures qui nécessitent une protection
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseau énergie, réseaux de communications, canalisations métalliques);
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger;
- Le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

Elle doit être mise à jour à l'occasion des évolutions importantes des structures entraînant une modification de leur dimensions (extensions) ou de l'activité (ex : stockage de matière, process avec zones ATEX) et notamment en cas de dépôt d'une nouvelle autorisation de révision de l'étude de dangers modifiant notablement les données d'entrées de l'ARF.

Elle peut également être demandée par le préfet pour des structures classées soumises à autorisation non visées par l'annexe de cet arrêté si leur agression par la foudre est susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

2.1 Méthodologie

L'ARF est menée selon les prescriptions du décret d'application de l'arrêté pour chaque structure identifiée :



Détermination des mesures de réduction des risques (si nécessaire)			
Liste des protections et niveau associés			Besoin de prévention en complément de la protection
structures	Réseaux et canalisations	équipements	Objectif et efficacité de la prévention

L'analyse du risque selon NF EN 62305-2 est réalisée au moyen d'un logiciel permettant la collecte des données et le calcul des niveaux de risque de manière cohérente. Le logiciel utilisé pour la présente analyse est le logiciel JUPITER 2.0.1 FR.

L'analyse est effectuée pour chaque structure séparément. Une même structure ou bâtiment peut être traité dans l'analyse comme plusieurs structures si des éléments de séparation au sens de la norme NFEN62035-2 sont présents (murs coupe-feu 2H).

Les zones du site, Z1, Z2 ... Zn sont abordées séquentiellement dans les chapitres qui suivent, en rappelant les informations et conclusions issues de l'ARF, et ensuite, en listant pour chaque zone les mesures à prendre.

2.2 Détermination des zones à l'intérieur de la structure :

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures identifiées. Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux suivant les critères nécessaires à l'évaluation du risque suivant NF EN 62305-2

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes...) sont définies à l'intérieur de ces structures, et le risque inhérent à chacune de ces zones est défini de la manière suivante :

Détermination du niveau de panique:

- Faible niveau de panique : structure de moins de deux étages et nombre de personnes inférieur à 100.
- Niveau de panique moyen : nombre de personnes compris entre 100 et 1000
- Difficulté d'évacuation : structures avec personnes à mobilité réduite (hôpitaux, maison de retraite) et/ou grande hauteur.
- Niveau de panique élevé : nombre de personnes supérieur à 1000 à l'intérieur de la structure et/ou grande hauteur.

Détermination du risque d'incendie (coefficient Rf de NFEN62305-2):

- Structures présentant un risque élevé: structures en matériaux combustibles ou structures dont le toit est en matériaux combustibles ou structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800MJ/m².
- Structures présentant un risque ordinaire: structures dont la charge calorifique est comprise entre 400MJ/m² et 800MJ/m².
- Structures présentant un risque faible: structures avec une charge calorifique inférieure à 400MJ/m² ou structures ne contenant qu'occasionnellement des matériaux combustibles

Nota : Une zone n'est considérée à risque d'explosion, que si ce risque est permanent (zone ATEX type 0 ou 20).

NB : La détermination du risque d'incendie est une information habituellement issue de l'EDD mais peut être évaluée par la méthode des pouvoir calorifique inférieur en fonction du poids de matières stockées.

2.3 Limites d'intervention

L'Analyse du risque foudre concerne les risques liés à un impact direct de la foudre sur le site ou à proximité et sur les conséquences associées.

L'ARF a pour objet d'évaluer les besoins de protection de la structure et des équipements importants pour la sécurité (EIPS) contre les effets de la foudre en regard du risque de blessure pour les personnes et/ou de service public (risque R1 voire R2 suivant NF EN 62305-2).

D'autres types de risques peuvent être pris en compte suite à la demande de l'exploitant (risque R3 : perte d'héritage culturel, risque R4 : pertes économiques).

Tel que précisé dans certains textes normatif (NFC17-102), une installation de protection contre la foudre définie, conçue et réalisée conformément aux textes en vigueur, ne peut,

comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes et notamment des objets ou équipements.

La probabilité de capture des éclairs par un dispositif de capture défini suivant NFEN62305 étant limitée à 99% dans le cas d'un niveau I (le plus élevé) indique que les impacts directs ont une grande probabilité d'être capté et conduits à la terre le plus directement possible mais ne constitue pas une indication de l'efficacité globale sur tous les équipements de la structure.

En conséquence, la responsabilité d'ADEE electronic en cas de foudroiement des installations étudiées, ne saurait être engagée au-delà du montant de cette étude.

2.4 Données d'entrée de l'ARF

La présente étude a été réalisée sur la base de différents documents normatifs et réglementaires suivants :

Référence	Titre
Arrêté du 4 Octobre 2010 – Section III	prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation – Section III : DISPOSITIONS RELATIVES A LA PROTECTION CONTRE LA Foudre
Arrêté du 11 avril 2017	Arrêté du 11 avril 2017 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
NF EN 62305-1 (2006)	Protection contre les effets de la foudre : principes généraux.
NF EN 62305-2 (2006)	Protection contre les effets de la foudre : évaluation du risque
GTA-F2C-03-22	Guide technique F2C Analyse de risque Foudre de juin 2012

Ainsi que des documents liés au site étudié suivants :

Titre	Référence	Date
Plan de masses	MASSES 2018_104_PRO7	19-06-2019
Plan de coupes	COUPES 2018_104_PRO9	17-06-2019
Dossier d'enregistrement ICPE		25/10/2018
Notice de sécurité incendie		12/10/2018
Formulaire de demande d'enregistrement	Cerfa N°15679*02	25/10/2018

3 GENERALITES A PROPOS DU SITE

3.1 Informations générales

Le site Caillot Transport est localisé à Bethény , chemin des pendants (51), il est constitué d'un ensemble de 3 zones comportant des bâtiments ou structures :

- Z1 – Bâtiment A
- Z2 – Bâtiment B
- Z3 – Bâtiment C

L'activité principale du site est le stockage :



Vue aérienne du site Caillot Transport, chemin des pendants (source :dossier permis de construire).

Classement ICPE du site

Rubrique	Activité	Régime
1510	Stockage et logistique	Enregistrement
2662	Stockage de polymère	Enregistrement

Le classement de ces rubriques fait entrer le projet dans le champs d'application de l'arrêté du 11 avril 2017 qui implique l'application de la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

3.2 Synthèse de l'analyse du risque foudre

La présente analyse du risque foudre a conclu en fonction des informations recueillies aux besoins de protection suivants :

Zone	Protection contre les impacts directs (IEPF)	Protection contre les effets indirects (IIPF)	EIPS à protéger contre les surtensions
Z1 – Bâtiment A	Auto-protection	Auto-protection	Détection incendie
Z2 – Bâtiment B	Auto-protection	Auto-protection	Détection incendie
Z3 – Bâtiment C	Niveau IV	Niveau IV	Détection incendie

3.3 Données relatives à la foudre du site.

Exposition à la foudre du site (Nsg):

Densité de foudroiement	0,63 pt/an/km ²
-------------------------	----------------------------

Source : voir annexe §7.4

Résistivité du sol (ρ)	<500 Ohm.m *	OU	Nature du sol
-------------------------------	--------------	-----------	---------------	-------

*Valeur par défaut en l'absence d'information 500 Ohms.m

Mesures de prévention en période d'orage :

<input type="checkbox"/> Les opérations suivantes sont interdites en périodes d'orage
<input type="checkbox"/> L'accès à la zone suivante est interdit en période d'orage
<input checked="" type="checkbox"/> Aucune mesure particulière n'est prévue en période d'orages

Système de détection d'orage :

<input type="checkbox"/> Détecteur localisé sur le site.
<input type="checkbox"/> Abonnement à un service de télédétection avec alertes
<input checked="" type="checkbox"/> Aucun système de détection d'orages

Historique foudre du site

Sans objet : site en construction

Détermination des événements redoutés

Zone ou structure	scénario	Moyen de protection	Action de la foudre	
			Facteur déclenchant	Facteur aggravant
Stockage Bat C	incendie	Automatique	Oui	oui
Bureaux	incendie	manuel	Non	oui
Local Charge	explosion	Automatique	Oui	non

3.4 Liste des Equipements Importants Pour la Sécurité

Aucune liste d'équipement important pour la sécurité n'a été formellement établie dans les documents d'entrée, cependant, au vu des informations figurant dans la notice de sécurité incendie, les équipements suivant sont considérés comme des EIPS :

- Détection incendie

Si d'autres EIPS sont définies ultérieurement dans l'étude de danger il conviendra de mettre à jour le présent rapport.

4 ANALYSE DE RISQUE Foudre SUR LES STRUCTURES

La présente ARF a été rédigé par Jérôme MARCUZ, ADEE electronic. Sur la base des documents transmis par Mr Loy, responsable QSE.

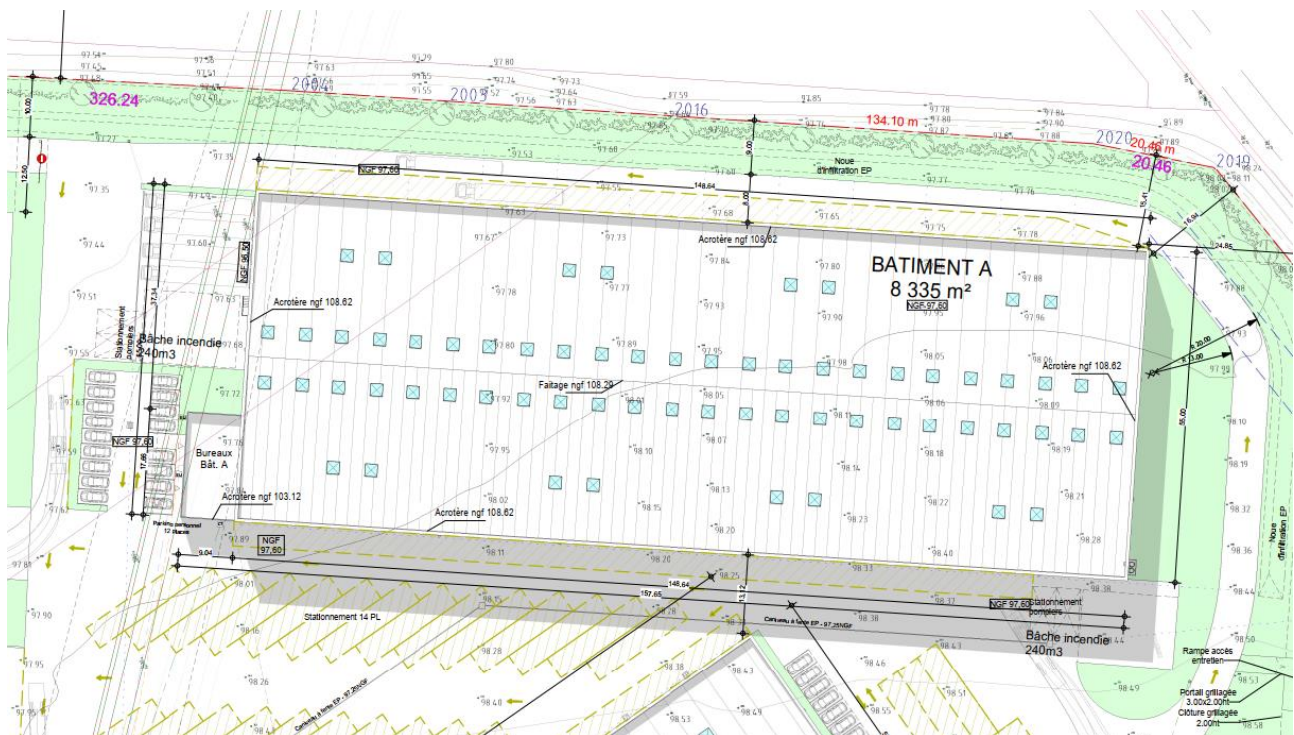
Le découpage en zones de l'analyse de risque foudre est le suivant :

- Z1 – Bâtiment A
- Z2 – Bâtiment B
- Z3 – Bâtiment C

Le système de protection foudre – SPF – à mettre en place pour chacune de ces zones est abordé séquentiellement dans cette partie du document.

4.1 Z1 – Bâtiment A

4.1.1 Description de la structure



4.1.1.1 Activité :

- Bureau - Commerce/station-service - Ecole - Gaz - Hôpital
 Industriel - Musée - Poste électrique - Service des eaux
 Station radio – TV - Télécommunication - Autre :

4.1.1.2 Type de structure

- Couverture : Bac acier - Métallique avec étanchéité - Bois - Béton –
 Autre :
 Charpente : Métallique - Bois - Béton - Autre :
 Façades : Bardage métallique - Bardage bois - Béton armé-
 Maçonnerie traditionnelle - Structure ouverte - Autre :

4.1.1.3 Eléments atténuateurs des effets de la foudre :

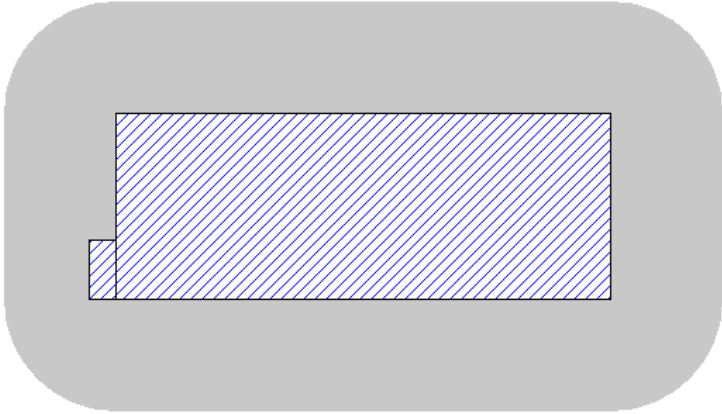
- Blindage continu → épaisseur : 0.5mm - 0.1mm - Autre :
 Maillage → largeur de maille : m.
 Réseau de terre : conforme 62305-4, structure ou armatures métalliques continues
 Prise de terre de l'installation en fond de fouille → Section/Matièremm² /

Dimensions :

Longueur : 157 m	Hauteur : 12 m
Largeur : 55 m	Hauteur cheminée : - m

4.1.2 Exposition de la structure à la foudre

4.1.2.1 Surface de capture

	$Ad = 2,52 \cdot 10^{-2}$ $Am = 3,09 \cdot 10^{-1}$
---	--

4.1.2.2 Environnement

	Cd
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés	0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)	1
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief	2

Justification : structure voisine bâtiment B.

4.1.2.3 Facteur de danger particulier

	hz
<input type="checkbox"/> Pas de risque particulier	1
<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de panique faible	2
<input type="checkbox"/> Niveau de panique moyen	5
<input type="checkbox"/> Niveau de panique élevé	5
<input type="checkbox"/> Difficultés d'évacuation	10
<input type="checkbox"/> Risques environnementaux	20
<input type="checkbox"/> Risques de contamination	50

Justification : Effectif global inférieur à 100 personnes et moins de 2 étages.

4.1.3 Services entrants

En l'absence d'informations précises fournies au moment de la rédaction, il est considéré la présence de 1 canalisation d'eau de ville considérée en PE.

Les autres services entrants sont les lignes d'alimentation et télécom cuivre.

4.1.3.1 Canalisations entrantes

N°Service	Type	nombre	matériau
1	Eau	1	PE

Dans le calcul d'analyse de risque les canalisations métalliques sont considérées comme non mises à la terre mais leur mise à la terre sera traitée dans l'étude technique foudre.

4.1.3.2 Service 2 : ligne d'alimentation principale basse tension

Type de ligne	<input checked="" type="checkbox"/> Alimentation	<input type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : ► non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écranés / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw >1.5kV)	<input type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.1.3.3 Service 3 : arrivée principale télécom

Type de ligne	<input type="checkbox"/> Alimentation	<input checked="" type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : (LxlxH) ► Nom / non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écrané / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw>1.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.1.4 Caractéristiques et risque de la structure :

Structure traitée comme zone unique.

Zone intérieure de la structure

Type de sol (r_t)				r_a, r_u	
<input checked="" type="checkbox"/> Béton, Terre,				10 ⁻²	
<input type="checkbox"/> Marbre, céramique				10 ⁻³	
<input type="checkbox"/> Gravier, tapis textile				10 ⁻⁴	
<input type="checkbox"/> Asphalte, sol isolant PVC ou parquet				10 ⁻⁵	
Mesures de protection contre l'incendie (r_p)				r_p	
<input type="checkbox"/> Aucune				1	
<input checked="" type="checkbox"/> Extinction manuelle (extincteur, alarme à déclenchement manuel, sections sécurisées)				0.5	
<input type="checkbox"/> Extinction automatique (Sprinkler ou alarme automatique + temps d'intervention <10 min)				0.2	
Risque d'incendie (r_f)				$r_f = 10^{-1}$	
<input type="checkbox"/> Aucun ($r_f=0$)	<input checked="" type="checkbox"/> faible ($r_f=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> ordinaire ($r_f=10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> élevé ($r_f=10^{-1}$)	<input type="checkbox"/> explosion ($r_f=1$)	
Types de pertes en cas d'incendie ou perte de l'intégrité de la structure (L_f)					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_f=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_f=10^{-2}$) ²⁾	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée ($L_f=2.10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> industriel, grand magasin, école ($L_f=5.10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_f=10^{-1}$) ¹⁾	
Type de pertes par blessure d'être vivant via les chocs électriques (L_t)					
<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de tout type de structure ($L_o=10^{-2}$)		<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de structure industrielle avec éléments métalliques ($L_o=10^{-3}$)		<input checked="" type="checkbox"/> personnes à l'intérieur de tout type de structure ($L_o=10^{-4}$)	
Types de pertes humaines en cas de défaillance de réseau interne L_o					
<input checked="" type="checkbox"/> pas de pertes ($L_o=0$)		<input type="checkbox"/> Hôpitaux ($L_o=10^{-3}$)		<input type="checkbox"/> Explosion ($L_o=10^{-1}$)	
Risques de Pertes économique en cas de surtensions (risque pour les équipements, perte d'exploitation) (L_o): PAS D'ETUDE ECONOMIQUE REALISEE					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_o=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_o=10^{-4}$)	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée, agriculture ($L_o=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> industriel, bureaux, restaurants ($L_o=10^{-3}$) ³⁾	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_o=10^{-2}$)	

Justification risque d'incendie :

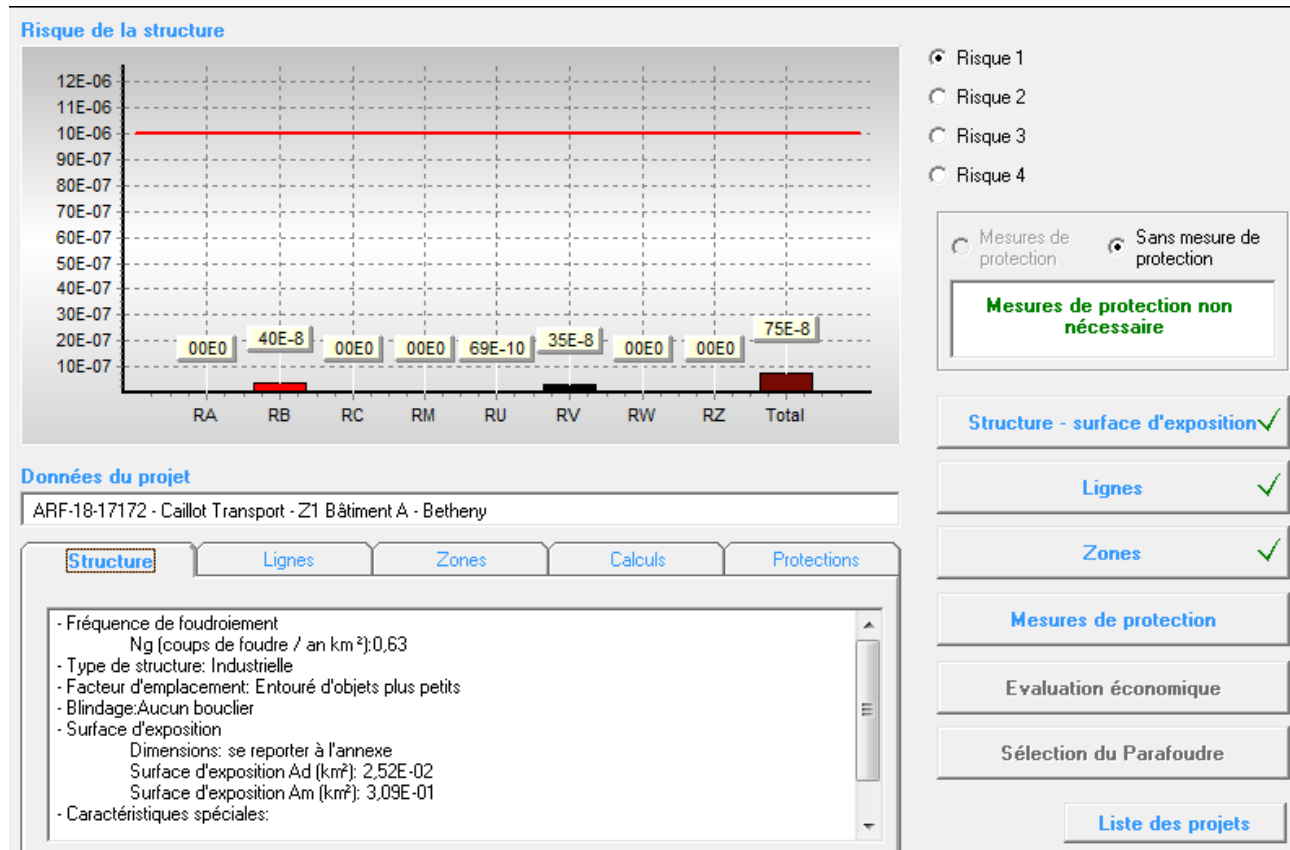
Stockage de bouteilles en verre en conteneur grillagé. Pas de matière inflammable stockée.

Justification type de pertes :

Coefficient issu du GTA-F2C-ARF 03.22

4.1.5 Définition du besoin de protection

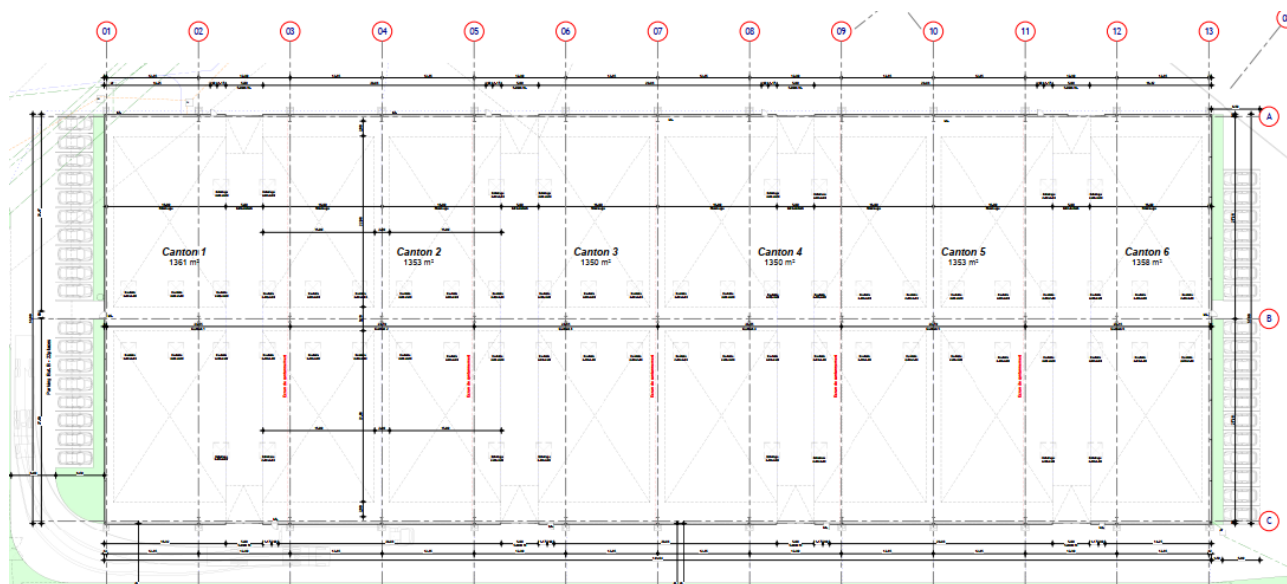
Risque estimé sans mesures de protection



Le risque estimé ($75 \cdot 10^{-8}$) est inférieur au risque tolérable $R_T 10^{-5}$, aucune mesure de protection supplémentaire n'est nécessaire.

4.2 Z2 – Bâtiment B

4.2.1 Description de la structure



4.2.1.1 Activité :

- Bureau - Commerce/station-service - Ecole - Gaz - Hôpital
 Industriel - Musée - Poste électrique - Service des eaux
 Station radio – TV - Télécommunication - Autre :

4.2.1.2 Type de structure

- Couverture : Bac acier - Métallique avec étanchéité - Bois - Béton –
 Autre :
 Charpente : Métallique - Bois - Béton - Autre :
 Façades : Bardage métallique - Bardage bois - Béton armé-
 Maçonnerie traditionnelle - Structure ouverte - Autre :

4.2.1.3 Eléments atténuateurs des effets de la foudre :

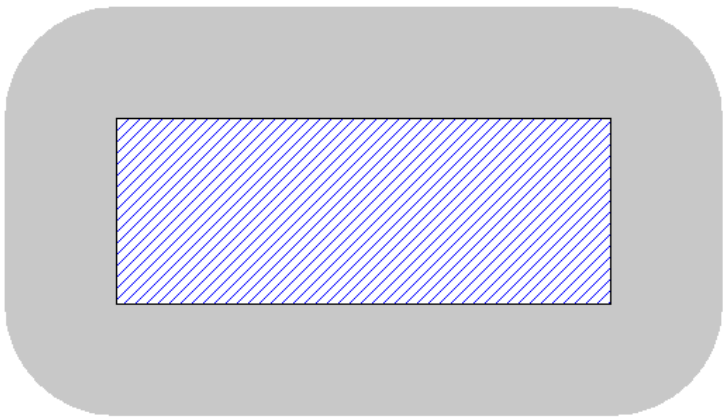
- Blindage continu → épaisseur : 0.5mm - 0.1mm - Autre :
 Maillage → largeur de maille : m.
 Réseau de terre : conforme 62305-4, structure ou armatures métalliques continues
 Prise de terre de l'installation en fond de fouille → Section/Matière : mm² /

Dimensions :

Longueur : ...148.. m	Hauteur : ...11.. m
Largeur : ...52..m	Hauteur cheminée : - m

4.2.2 Exposition de la structure à la foudre

4.2.2.1 Surface de capture

	$Ad = 2,52.10^{-2}$ $Am = 3,07.10^{-1}$
---	--

4.2.2.2 Environnement

	Cd
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés	0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)	1
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief	2

Justification : structure voisine bâtiment A et C.

4.2.2.3 Facteur de danger particulier

	hz
<input type="checkbox"/> Pas de risque particulier	1
<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de panique faible	2
<input type="checkbox"/> Niveau de panique moyen	5
<input type="checkbox"/> Niveau de panique élevé	5
<input type="checkbox"/> Difficultés d'évacuation	10
<input type="checkbox"/> Risques environnementaux	20
<input type="checkbox"/> Risques de contamination	50

Justification : Effectif global inférieur à 100 personnes et moins de 2 étages.

4.2.3 Services entrants

En l'absence d'informations précises fournies au moment de la rédaction, il est considéré la présence de 1 canalisation d'eau de ville considérée en PE.

Les autres services entrants sont les lignes d'alimentation et télécom cuivre.

4.2.3.1 Canalisations entrantes

N°Service	Type	nombre	matériau
1	Eau	1	PE

Dans le calcul d'analyse de risque les canalisations métalliques sont considérées comme non mises à la terre mais leur mise à la terre sera traitée dans l'étude technique foudre.

4.2.3.2 Service 2 : ligne d'alimentation principale basse tension

Type de ligne	<input checked="" type="checkbox"/> Alimentation		<input type="checkbox"/> Signal
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui		<input type="checkbox"/> non
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc)	m
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)		<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : ► non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs	Tension de tenue aux chocs du matériel		
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écrané / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw>1.5kV)	<input type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.2.3.3 Service 3 : arrivée principale télécom

Type de ligne	<input type="checkbox"/> Alimentation	<input checked="" type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : (LxI x H) ► Nom / non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écranés / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw >1.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.2.4 Caractéristiques et risque de la structure :

Structure traitée comme zone unique.

Zone intérieure de la structure

Type de sol (r_t)				r_a, r_u	
<input checked="" type="checkbox"/> Béton, Terre,				10 ⁻²	
<input type="checkbox"/> Marbre, céramique				10 ⁻³	
<input type="checkbox"/> Gravier, tapis textile				10 ⁻⁴	
<input type="checkbox"/> Asphalte, sol isolant PVC ou parquet				10 ⁻⁵	
Mesures de protection contre l'incendie (r_p)				r_p	
<input type="checkbox"/> Aucune				1	
<input checked="" type="checkbox"/> Extinction manuelle (extincteur, alarme à déclenchement manuel, sections sécurisées)				0.5	
<input type="checkbox"/> Extinction automatique (Sprinkler ou alarme automatique + temps d'intervention <10 min)				0.2	
Risque d'incendie (r_f)				$r_f = 10^{-1}$	
<input type="checkbox"/> Aucun ($r_f=0$)	<input checked="" type="checkbox"/> faible ($r_f=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> ordinaire ($r_f=10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> élevé ($r_f=10^{-1}$)	<input type="checkbox"/> explosion ($r_f=1$)	
Types de pertes en cas d'incendie ou perte de l'intégrité de la structure (L_f)					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_f=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_f=10^{-2}$) ²⁾	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée ($L_f=2.10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> industriel, grand magasin, école ($L_f=5.10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_f=10^{-1}$) ¹⁾	
Type de pertes par blessure d'être vivant via les chocs électriques (L_t)					
<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de tout type de structure ($L_o = 10^{-2}$)		<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de structure industrielle avec éléments métalliques ($L_o = 10^{-3}$)		<input checked="" type="checkbox"/> personnes à l'intérieur de tout type de structure ($L_o = 10^{-4}$)	
Types de pertes humaines en cas de défaillance de réseau interne L_o					
<input checked="" type="checkbox"/> pas de pertes ($L_o = 0$)		<input type="checkbox"/> Hôpitaux ($L_o = 10^{-3}$)		<input type="checkbox"/> Explosion ($L_o = 10^{-1}$)	
Risques de Pertes économique en cas de surtensions (risque pour les équipements, perte d'exploitation) (L_o): PAS D'ETUDE ECONOMIQUE REALISEE					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_o=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_o=10^{-4}$)	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée, agriculture ($L_o=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> industriel, bureaux, restaurants ($L_o=10^{-3}$) ³⁾	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_o=10^{-2}$)	

Justification risque d'incendie :

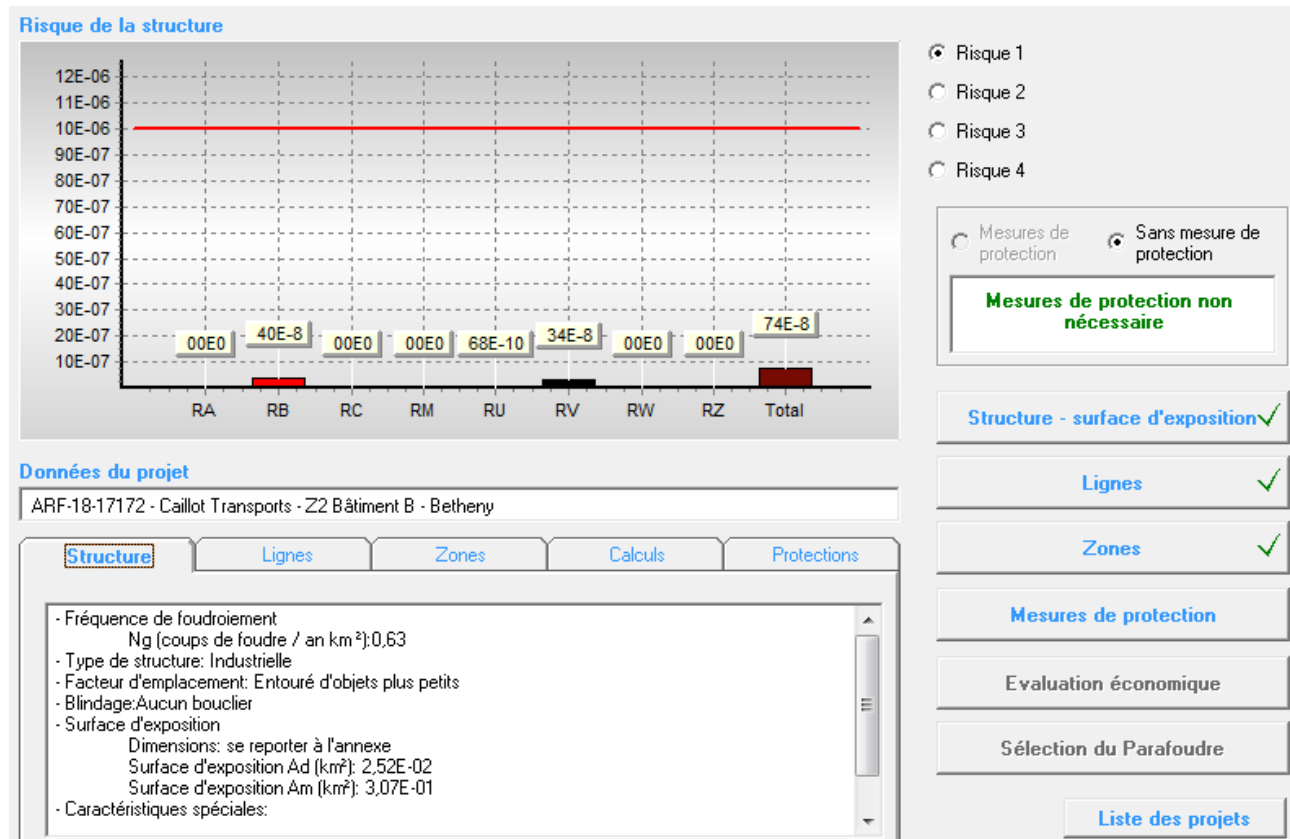
Stockage de bouteilles en verre en conteneur grillagé. Pas de matière inflammable stockée.

Justification type de pertes :

Coefficient issu du GTA-F2C-ARF 03.22

4.2.5 Définition du besoin de protection

Risque estimé sans mesures de protection



Le risque estimé ($74 \cdot 10^{-8}$) est inférieur au risque tolérable $R_T 10^{-5}$, aucune mesure de protection supplémentaire n'est nécessaire.

4.3 Z3 – Bâtiment C

4.3.1 Description de la structure



4.3.1.1 Activité :

- Bureau - Commerce/station-service - Ecole - Gaz - Hôpital
 Industriel - Musée - Poste électrique - Service des eaux
 Station radio – TV - Télécommunication - Autre :

4.3.1.2 Type de structure

- Couverture : Bac acier - Métallique avec étanchéité - Bois - Béton –
 Autre :
 Charpente : Métallique - Bois - Béton - Autre :
 Façades : Bardage métallique - Bardage bois - Béton armé (Murs CF)
 Maçonnerie traditionnelle - Structure ouverte - Autre :

4.3.1.3 Eléments atténuateurs des effets de la foudre :

- Blindage continu → épaisseur : 0.5mm - 0.1mm - Autre :
 Maillage → largeur de maille : m.
 Réseau de terre : conforme 62305-4, structure ou armatures métalliques continues
 Prise de terre de l'installation en fond de fouille → Section/Matière : mm² /

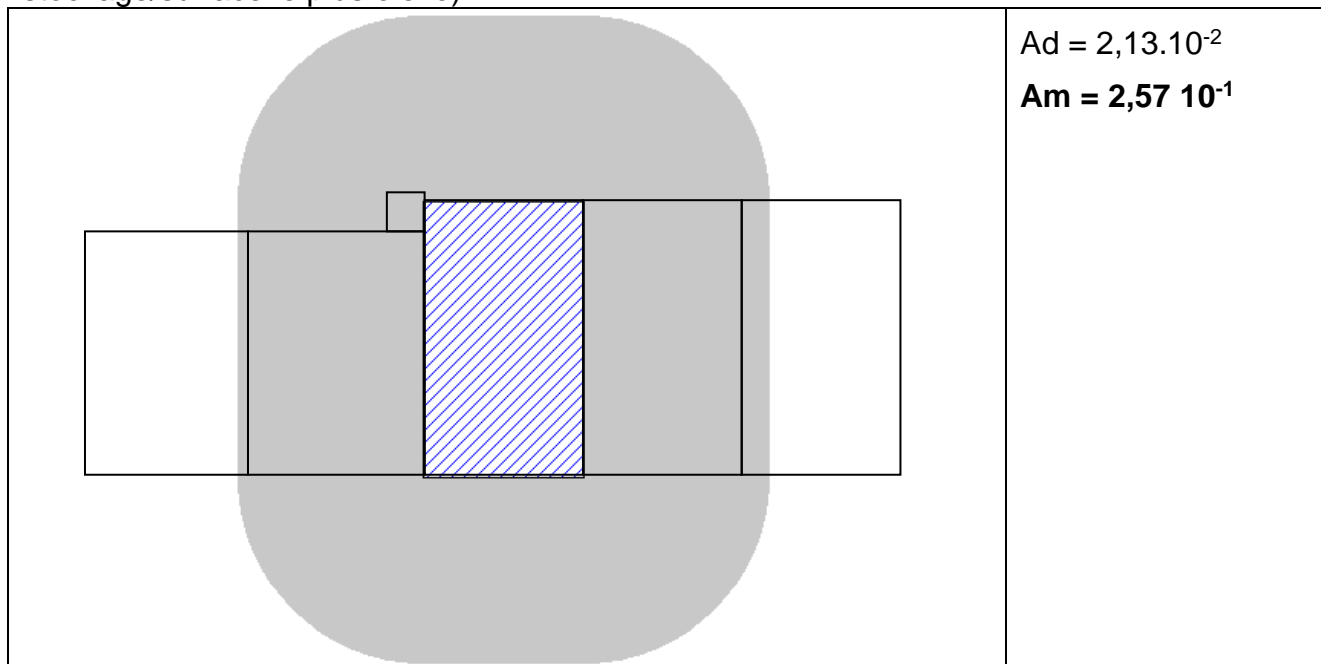
Dimensions :

Longueur : 214..... m	Hauteur : 16. m
Largeur : 72.....m	Hauteur cheminée : - m

4.3.2 Exposition de la structure à la foudre

4.3.2.1 Surface de capture

Présence de mur REI120 min entre les cellules du bâtiment C. Etude d'une cellule pour définir le niveau de protection, cellule de référence : Cellule C (rapport volume stockage/surface le plus élevé)



4.3.2.2 Environnement

	Cd
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés	0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)	1
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief	2

Justification : structure voisine bâtiment B

4.3.2.3 Facteur de danger particulier

	hz
<input type="checkbox"/> Pas de risque particulier	1
<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de panique faible	2
<input type="checkbox"/> Niveau de panique moyen	5
<input type="checkbox"/> Niveau de panique élevé	5
<input type="checkbox"/> Difficultés d'évacuation	10
<input type="checkbox"/> Risques environnementaux	20
<input type="checkbox"/> Risques de contamination	50

Justification : Effectif global inférieur à 100 personnes et moins de 2 étages.

4.3.3 Services entrants

En l'absence d'informations précises fournies au moment de la rédaction, il est considéré la présence de 1 canalisation d'eau de ville considérée en PE.

Les autres services entrants sont les lignes d'alimentation et télécom cuivre.

4.3.3.1 Canalisations entrantes

N°Service	Type	nombre	matériau
1	Eau	1	PE

Dans le calcul d'analyse de risque les canalisations métalliques sont considérées comme non mises à la terre mais leur mise à la terre sera traitée dans l'étude technique foudre.

4.3.3.2 Service 2 : ligne d'alimentation principale basse tension

Type de ligne	<input checked="" type="checkbox"/> Alimentation	<input type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : ► non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écrané / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw>1.5kV)	<input type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.3.3.3 Service 3 : arrivée principale télécom

Type de ligne	<input type="checkbox"/> Alimentation	<input checked="" type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : (LxlxH) ► Nom / non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écrané / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw>1.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.3.4 Caractéristiques et risque de la structure :

Structure traitée comme zone unique.

Zone intérieure de la structure

Type de sol (r_t)				r_a, r_u	
<input checked="" type="checkbox"/> Béton, Terre,				10 ⁻²	
<input type="checkbox"/> Marbre, céramique				10 ⁻³	
<input type="checkbox"/> Gravier, tapis textile				10 ⁻⁴	
<input type="checkbox"/> Asphalte, sol isolant PVC ou parquet				10 ⁻⁵	
Mesures de protection contre l'incendie (r_p)				r_p	
<input type="checkbox"/> Aucune				1	
<input checked="" type="checkbox"/> Extinction manuelle (extincteur, alarme à déclenchement manuel, sections sécurisées)				0.5	
<input type="checkbox"/> Extinction automatique (Sprinkler ou alarme automatique + temps d'intervention <10 min)				0.2	
Risque d'incendie (r_f)				$r_f = 10^{-1}$	
<input type="checkbox"/> Aucun ($r_f=0$)	<input type="checkbox"/> faible ($r_f=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> ordinaire ($r_f=10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> élevé ($r_f=10^{-1}$)	<input type="checkbox"/> explosion ($r_f=1$)	
Types de pertes en cas d'incendie ou perte de l'intégrité de la structure (L_f)					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_f=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_f=10^{-2}$) ²⁾	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée ($L_f=2.10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> industriel, grand magasin, école ($L_f=5.10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_f=10^{-1}$) ¹⁾	
Type de pertes par blessure d'être vivant via les chocs électriques (L_t)					
<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de tout type de structure ($L_o = 10^{-2}$)		<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de structure industrielle avec éléments métalliques ($L_o = 10^{-3}$)		<input checked="" type="checkbox"/> personnes à l'intérieur de tout type de structure ($L_o = 10^{-4}$)	
Types de pertes humaines en cas de défaillance de réseau interne L_o					
<input checked="" type="checkbox"/> pas de pertes ($L_o = 0$)		<input type="checkbox"/> Hôpitaux ($L_o = 10^{-3}$)		<input type="checkbox"/> Explosion ($L_o = 10^{-1}$)	
Risques de Pertes économique en cas de surtensions (risque pour les équipements, perte d'exploitation) (L_o): PAS D'ETUDE ECONOMIQUE REALISEE					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_o=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_o=10^{-4}$)	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée, agriculture ($L_o=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> industriel, bureaux, restaurants ($L_o=10^{-3}$) ³⁾	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_o=10^{-2}$)	

Justification risque d'incendie :

Présence de murs REI120 mins entre les cellules. Risque incendie évalué pour la cellule.

Stockage d'un maximum de 500t de matières inflammables : 3738 palettes (20kg bois par palette soit 75t) + polymères (425t)

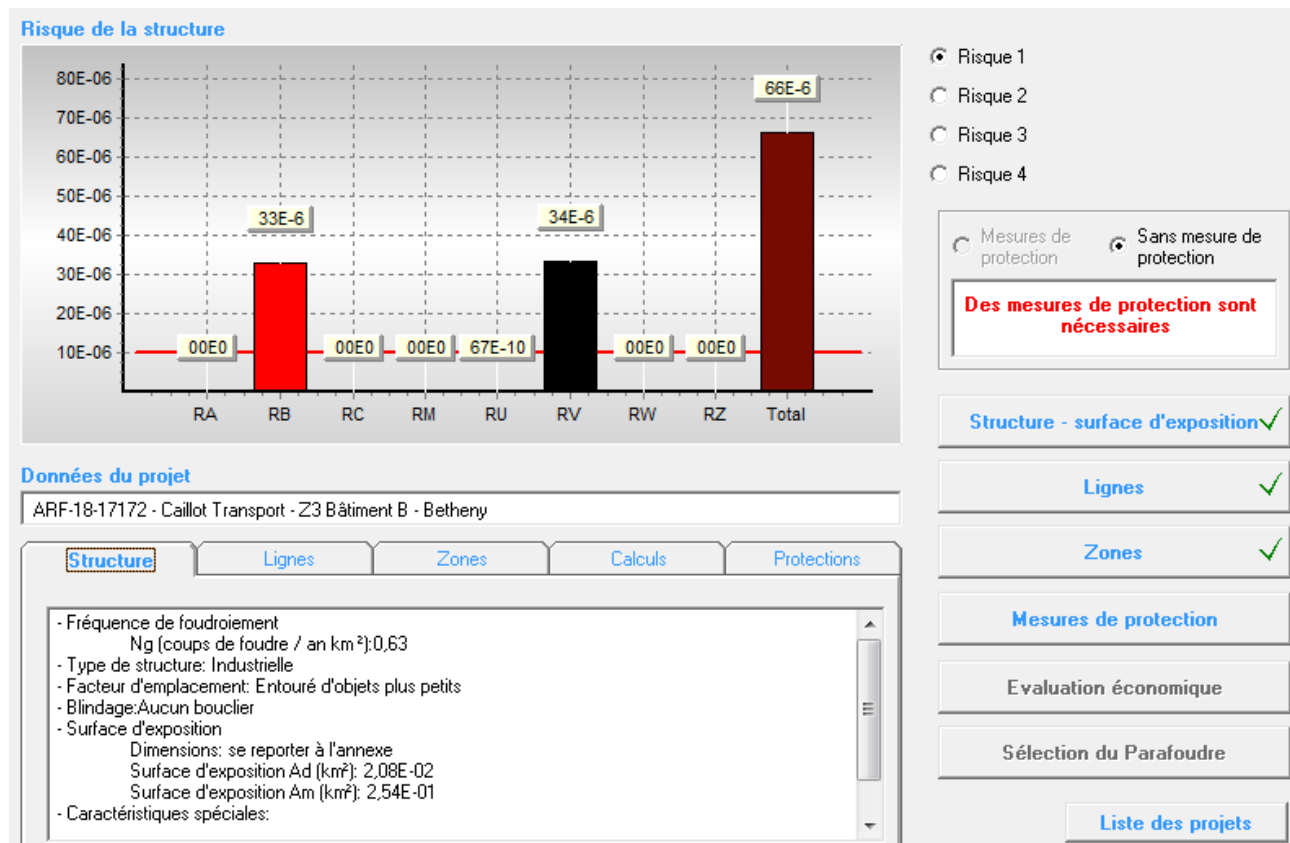
Structure : Bâtiment C (cellules)		Zone :		Surface (m ²) = 2870	
Matière	PCI (en volume)	PCI (en poids)	Qté volume (m ³)	Qté poids (kg)	S/Total (MJ)
PVC	00 MJ/m ³	17 MJ/kg		425000 kg	7 225 000
Palette	1300 MJ/m ³	17 MJ/kg		75000 kg	1 275 000
Activité	Charge calorifique moyenne MJ/m ²		Surface m ²		
Bureaux de vente	760 MJ/m ²		168		127 680
Charge calorifique totale de la zone (MJ)					8 627 680
Charge calorifique moyenne de la zone (MJ/m ²)					3006
Risque d'incendie retenu pour la zone : ELEVÉ					rf= 0,1

Justification type de pertes :

Coefficient issu du GTA-F2C-ARF 03.22

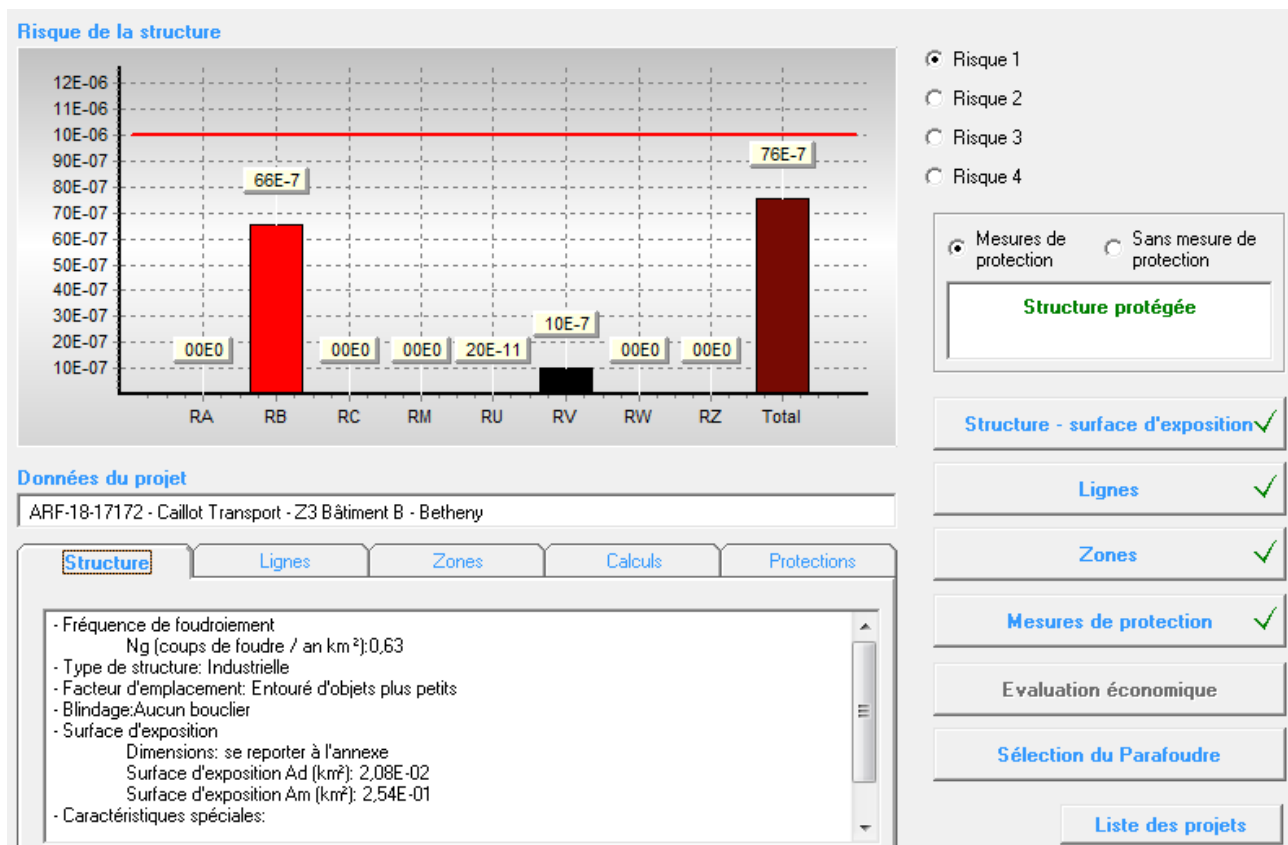
4.3.5 Définition du besoin de protection

Risque estimé sans mesures de protection



Le risque estimé ($66 \cdot 10^{-6}$) est supérieur au risque tolérable $R_T 10^{-5}$, des mesures de protections supplémentaire sont nécessaires.

Risque estimé avec mesures de protection



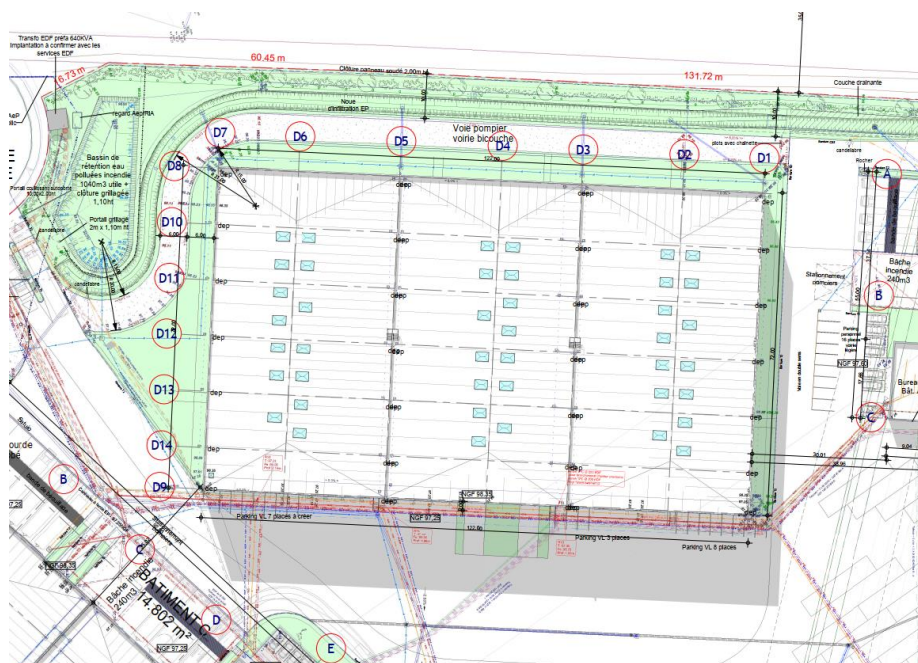
La mise en place d'un IEPF de niveau IV sur la structure et d'un IIPF de niveau IV au niveau des services entrants est nécessaire pour réduire le risque estimé à une valeur inférieure au risque tolérable.

Les équipements suivants doivent être protégés pour valider les données d'entrées de l'ARF.

Détection incendie

4.4 Z4 – Bâtiment D

4.4.1 Description de la structure



4.4.1.1 Activité :

<input type="checkbox"/> Bureau	<input type="checkbox"/> Commerce/station-service	<input type="checkbox"/> Ecole	<input type="checkbox"/> Gaz	<input type="checkbox"/> Hôpital
<input checked="" type="checkbox"/> Industriel	<input type="checkbox"/> Musée	<input type="checkbox"/> Poste électrique	<input type="checkbox"/> Service des eaux	
<input type="checkbox"/> Station radio – TV	<input type="checkbox"/> Télécommunication	<input type="checkbox"/> Autre :		

4.4.1.2 Type de structure

Couverture :	<input type="checkbox"/> Bac acier	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique avec étanchéité	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Béton –
	<input type="checkbox"/> Autre :			
Charpente :	<input checked="" type="checkbox"/> Métallique	<input type="checkbox"/> Bois	<input type="checkbox"/> Béton	<input type="checkbox"/> Autre :
Façades :	<input checked="" type="checkbox"/> Bardage métallique	<input type="checkbox"/> Bardage bois	<input checked="" type="checkbox"/> Béton armé (Murs CF)	
	<input type="checkbox"/> Maçonnerie traditionnelle	<input type="checkbox"/> Structure ouverte	<input type="checkbox"/> Autre :	

4.4.1.3 Eléments atténuateurs des effets de la foudre :

<input type="checkbox"/> Blindage continu → épaisseur :	<input type="checkbox"/> 0.5mm	<input type="checkbox"/> 0.1mm	<input type="checkbox"/> Autre :
<input type="checkbox"/> Maillage → largeur de maille :	m.		
Réseau de terre :	<input type="checkbox"/> conforme 62305-4, <input type="checkbox"/> structure ou armatures métalliques continues		
<input type="checkbox"/> Prise de terre de l'installation en fond de fouille → Section/Matière : mm ² /		

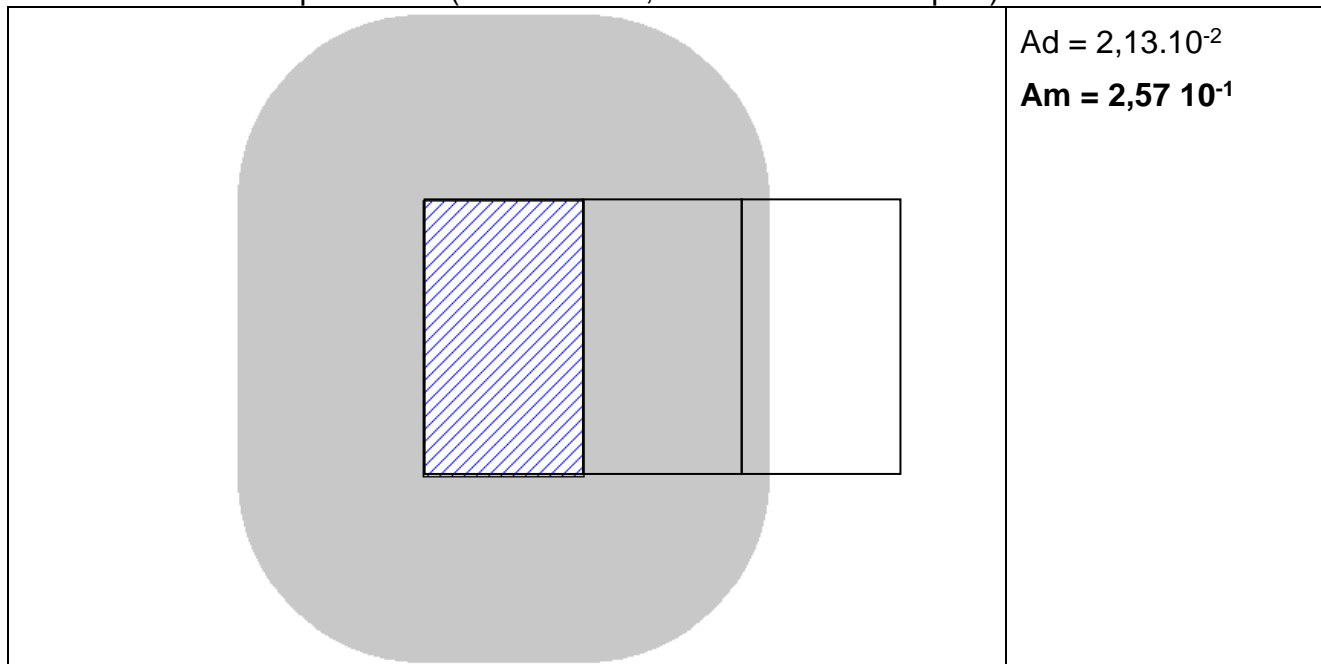
Dimensions :

Longueur :	122..... m	Hauteur :	16. m
Largeur :	72.....m	Hauteur cheminée :	- m

4.4.2 Exposition de la structure à la foudre

4.4.2.1 Surface de capture

Présence de mur REI120 min entre les cellules du bâtiment D. Etude d'une cellule pour définir le niveau de protection (les cellules F, G et H étant identiques)



4.4.2.2 Environnement

	Cd
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés	0.25
<input checked="" type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)	1
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief	2

Justification : structure voisine bâtiment B

4.4.2.3 Facteur de danger particulier

	hz
<input type="checkbox"/> Pas de risque particulier	1
<input checked="" type="checkbox"/> Niveau de panique faible	2
<input type="checkbox"/> Niveau de panique moyen	5
<input type="checkbox"/> Niveau de panique élevé	5
<input type="checkbox"/> Difficultés d'évacuation	10
<input type="checkbox"/> Risques environnementaux	20
<input type="checkbox"/> Risques de contamination	50

Justification : Effectif global inférieur à 100 personnes et moins de 2 étages.

4.4.3 Services entrants

En l'absence d'informations précises fournies au moment de la rédaction, il est considéré la présence de 1 canalisation d'eau de ville considérée en PE.

Les autres services entrants sont les lignes d'alimentation et télécom cuivre.

4.4.3.1 Canalisations entrantes

N°Service	Type	nombre	matériau
1	Eau	1	PE

Dans le calcul d'analyse de risque les canalisations métalliques sont considérées comme non mises à la terre mais leur mise à la terre sera traitée dans l'étude technique foudre.

4.4.3.2 Service 2 : ligne d'alimentation principale basse tension

Type de ligne	<input checked="" type="checkbox"/> Alimentation	<input type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : ► non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écrané / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw>1.5kV)	<input type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.4.3.3 Service 3 : arrivée principale télécom

Type de ligne	<input type="checkbox"/> Alimentation	<input checked="" type="checkbox"/> Signal	
Ligne enterrée depuis structure origine	<input checked="" type="checkbox"/> oui	<input type="checkbox"/> non	
Longueur de la ligne (Lc)	1000 m	Hauteur (si aérienne) (Hc) m	
Présence d'un transformateur HT/BT dans la structure	<input type="checkbox"/> oui (Ct=0.2)	<input checked="" type="checkbox"/> non -Ct=1)	
Situation relative de la ligne :	Ce	Voisinage de la ligne :	Ce
<input checked="" type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet plus élevés	0	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (H>20m)	0
<input type="checkbox"/> Ligne entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés	0.1	<input type="checkbox"/> Environnement urbain (10m<H<20m)	0.1
<input type="checkbox"/> Ligne isolée (aucun objet à proximité <3H)	0.5	<input type="checkbox"/> Environnement suburbain (H<10m)	0.5
<input type="checkbox"/> Ligne isolée au sommet d'un relief	1	<input checked="" type="checkbox"/> Environnement rural	1
Installation connectée : (LxlxH) ► Nom / non défini			Ce
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet plus élevés			0
<input type="checkbox"/> Structure entourée d'objet de même hauteur ou moins élevés			0.1
<input type="checkbox"/> Structure isolée (aucun objet à proximité <3H)			0.5
<input type="checkbox"/> Structure isolée au sommet d'un relief			1
Systèmes intérieurs		Tension de tenue aux chocs du matériel	
Présence de parafoudres	<input type="checkbox"/> oui* <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement de distribution électrique (Uw >4kV)	<input type="checkbox"/>
Câbles écranés / blindage de câble	<input type="checkbox"/> oui <input checked="" type="checkbox"/> non	Équipement électrique interne (Uw >2.5kV)	<input type="checkbox"/>
		Équipement électronique sensible (Uw >1.5kV)	<input checked="" type="checkbox"/>

*La présence de parafoudre n'est pas prise en compte pour la définition des niveaux de protection dans les calculs de risque. Leur choix et leur mise en œuvre seront évalués lors de l'étude technique.

4.4.4 Caractéristiques et risque de la structure :

Structure traitée comme zone unique.

Zone intérieure de la structure

Type de sol (r_t)				r_a, r_u	
<input checked="" type="checkbox"/> Béton, Terre,				10 ⁻²	
<input type="checkbox"/> Marbre, céramique				10 ⁻³	
<input type="checkbox"/> Gravier, tapis textile				10 ⁻⁴	
<input type="checkbox"/> Asphalte, sol isolant PVC ou parquet				10 ⁻⁵	
Mesures de protection contre l'incendie (r_p)					r_p
<input type="checkbox"/> Aucune					1
<input checked="" type="checkbox"/> Extinction manuelle (extincteur, alarme à déclenchement manuel, sections sécurisées)					0.5
<input type="checkbox"/> Extinction automatique (Sprinkler ou alarme automatique + temps d'intervention <10 min)					0.2
Risque d'incendie (r_f)				$r_f = 10^{-1}$	
<input type="checkbox"/> Aucun ($r_f=0$)	<input type="checkbox"/> faible ($r_f=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> ordinaire ($r_f=10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> élevé ($r_f=10^{-1}$)	<input type="checkbox"/> explosion ($r_f=1$)	
Types de pertes en cas d'incendie ou perte de l'intégrité de la structure (L_f)					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_f=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_f=10^{-2}$) ²⁾	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée ($L_f=2.10^{-2}$)	<input checked="" type="checkbox"/> industriel, grand magasin, école ($L_f=5.10^{-2}$)	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_f=10^{-1}$) ¹⁾	
Type de pertes par blessure d'être vivant via les chocs électriques (L_t)					
<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de tout type de structure ($L_o=10^{-2}$)		<input type="checkbox"/> personnes à l'extérieur de structure industrielle avec éléments métalliques ($L_o=10^{-3}$)		<input checked="" type="checkbox"/> personnes à l'intérieur de tout type de structure ($L_o=10^{-4}$)	
Types de pertes humaines en cas de défaillance de réseau interne L_o					
<input checked="" type="checkbox"/> pas de pertes ($L_o=0$)		<input type="checkbox"/> Hôpitaux ($L_o=10^{-3}$)		<input type="checkbox"/> Explosion ($L_o=10^{-1}$)	
Risques de Pertes économique en cas de surtensions (risque pour les équipements, perte d'exploitation) (L_o): PAS D'ETUDE ECONOMIQUE REALISEE					
<input type="checkbox"/> Aucun ($L_o=0$)	<input type="checkbox"/> autre ($L_o=10^{-4}$)	<input type="checkbox"/> loisirs, église, musée, agriculture ($L_o=10^{-3}$)	<input type="checkbox"/> industriel, bureaux, restaurants ($L_o=10^{-3}$) ³⁾	<input type="checkbox"/> Hôpitaux, Hôtels ($L_o=10^{-2}$)	

Justification risque d'incendie :

Présence de murs REI120 mins entre les cellules. Risque incendie évalué pour la cellule.

Stockage d'un maximum de 500t de matières inflammables : 3738 palettes (20kg bois par palette soit 75t) + polymères (425t) + 3100m³ d'alcool éthylique à >40°

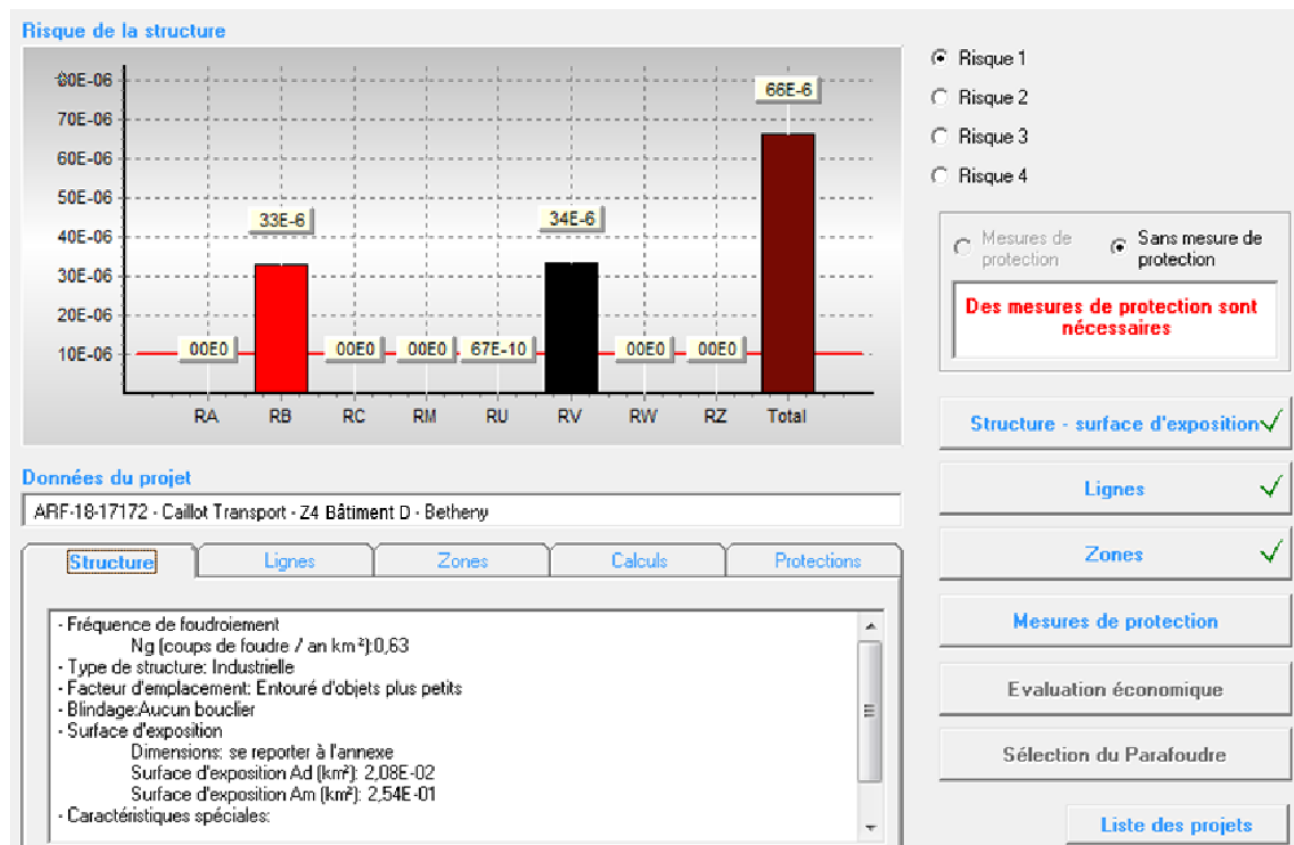
Structure : Bâtiment D (cellules)		Zone :		Surface (m ²) = 2870	
Matière	PCI (en volume)	PCI (en poids)	Qté volume (m ³)	Qté poids (kg)	S/Total (MJ)
PVC	00 MJ/m ³	17 MJ/kg		425000 kg	7 225 000
Palette	1300 MJ/m ³	17 MJ/kg		75000 kg	1 275 000
Alcool>40°	21000 MJ/m ³	27 MJ/kg	3100 m ³		65 100 000
Activité	Charge calorifique moyenne MJ/m ²		Surface m ²		
Bureaux de vente	760 MJ/m ²		168		127 680
Charge calorifique totale de la zone (MJ)					73 727 680
Charge calorifique moyenne de la zone (MJ/m ²)					25689
Risque d'incendie retenu pour la zone : ELEVÉ					rf= 0,1

Justification type de pertes :

Coefficient issu du GTA-F2C-ARF 03.22

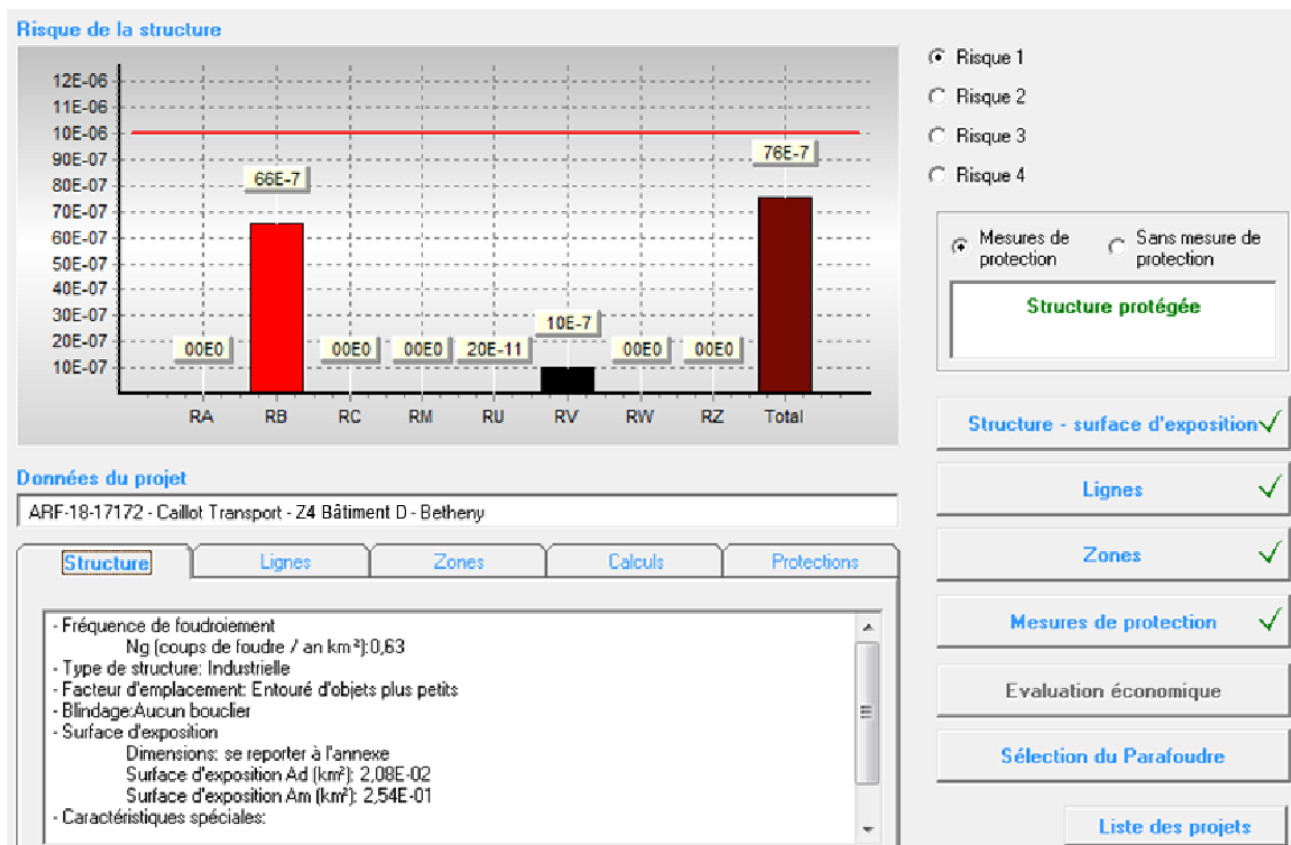
4.4.5 Définition du besoin de protection

Risque estimé sans mesures de protection



Le risque estimé ($66 \cdot 10^{-6}$) est supérieur au risque tolérable $R_T 10^{-5}$, des mesures de protections supplémentaire sont nécessaires.

Risque estimé avec mesures de protection



La mise en place d'un IEPF de niveau IV sur la structure et d'un IIPF de niveau IV au niveau des services entrants est nécessaire pour réduire le risque estimé à une valeur inférieure au risque tolérable.

Les équipements suivants doivent être protégés pour valider les données d'entrées de l'ARF.

- Détection incendie

5 MESURES DE PREVENTION CONTRE LES TENSIONS DANGEREUSES.

La proximité des prises de terre paratonnerre et des descentes de paratonnerre peut être dangereuse en période d'orage. Des blessures sont possibles par tension de contact et par tension de pas. L'attention de l'exploitant est attirée sur les mesures de protection possibles.

5.1 Protection contre les tensions de contact

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si l'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 k Ω .m.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'êtres 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 μ s, par exemple par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé.
- des restrictions physiques et/ou une signalétique d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente. Ces restrictions peuvent être temporaires et déclenchées par un système de détection de l'activité orageuse (détecteur local ou abonnement à un service de télédétection)

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes (voir ISO 3864-1).

5.2 Mesures de protection contre les tensions de pas

Les risques pour les personnes peuvent être considérées comme négligeables si les conditions suivantes sont satisfaites :

- 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
- la résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 k Ω .m.

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

- équipotentialité au moyen d'un réseau de terre maillé
- des restrictions physiques et/ou une signalétique d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m. Ces restrictions peuvent être temporaires et déclenchées par un système de détection de l'activité orageuse (détecteur local ou abonnement à un service de télédétection)

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes (voir ISO 3864-1).

NB : Une couche de 5 cm d'asphalte ou de 15cm de gravier répond à ces exigences.

Le choix d'un type de mesure de protection contre les tensions de contact ou de pas doit être proposé dans l'Etude Technique.

6 GLOSSAIRES / ABREVIATIONS:

ARF : Analyse de Risque Foudre : évaluation des risques liés aux agressions de la foudre sur une installation. Elle évalue le besoin de protection d'une installation et elle identifie notamment les équipements et installations dont une protection contre la foudre doit être assurée.

ICPE – Installations classée pour la protection de l'environnement : installation habituellement industrielle recensée en fonction des dangers ou des inconvénients notamment pour la sécurité, la santé publique et l'environnement.

Etude technique foudre : Document faisant suite à une ARF dans le cadre de l'arrêté du 19 juillet 2011 et définissant les mesures de protection à mettre en œuvre afin de répondre aux besoins exprimés par l'ARF.

EDD - Etude de danger : Document relatif aux installation classée pou

SPF - système de protection contre la foudre : installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure. Elle comprend à la fois une installation extérieure et une installation intérieure de protection contre la foudre.

IEPF - installation extérieure de protection foudre : partie extérieure du système de protection contre la foudre comprenant un ou plusieurs dispositifs de capture, des conducteurs de descente voire de ceinturage et une ou plusieurs prises de terre.

IIPF - installation intérieure de protection foudre : éléments du SPF situés à l'intérieur de la structure à protéger, comprenant principalement les liaisons équipotentielles de foudre ou les mesures d'isolation électrique d'un SPF extérieur et notamment les protections contre les surtensions et différences de potentiel (liaisons équipotentielles, parafoudres d'équipotentialité, parasurtenseurs).

EIPS – équipement important pour la sécurité : équipement ou élément recensé dans l'étude de danger du site comme important pour la sécurité. La nécessité de protection de ces équipements figure dans l'ARF et est une des données d'entrée de l'Etude Technique. Il s'agit par exemple des systèmes de détection incendie ou de gaz ou encore d'extinction automatique, dont l'indisponibilité due à un coup de foudre entraîne une élévation du risque général.

Courant de foudre : courant maximal s'écoulant au point d'impact lors d'un coup de foudre sur une structure.

Auto-protection : lorsque les caractéristiques intrinsèques d'une structure (nature de la charpente, mise à la terre, activité abritée, service public rendu) permettent de considérer le risque de conséquence d'un coup de foudre comme suffisamment bas, la mise en place de mesure de protection n'est pas nécessaire selon NFEN62305-2. La structure est déclarée auto-protégée.

NPF - Niveau de protection contre la foudre : chiffre lié à l'ensemble de paramètres du courant de foudre et relatif à la probabilité que les valeurs minimales et maximales prévues ne seront pas dépassées lors d'apparition naturelle d'orages. Le niveau de protection contre la foudre est utilisé pour prévoir des mesures de protection conformément à l'ensemble des paramètres du courant de foudre. Le niveau de protection est compris entre I et IV en fonction de l'efficacité attendue du SPF.

Note : le type de SPF est au minimum défini par son niveau de protection.

Dispositif de capture : partie de l'installation extérieure constituée d'éléments métalliques destinés à capter les impacts de foudre (arc en retour) tels que tiges simples, tiges à dispositif d'amorçage, conducteurs mailles ou fils tendus.

Conducteur de descente : partie de l'installation extérieure destinée à conduire le courant partiel ou total de foudre entre le dispositif de capture et la prise de terre.

Prise de terre foudre: partie de l'IEPF destinée à conduire et à dissiper le courant de foudre à la terre. Elle est constituée d'éléments métalliques (électrodes) enfouis dans le sol dont la nature et les dimensions sont conformes aux prescriptions de la norme et la rendent apte à écouler le courant de foudre maximal attendu.

Composant "naturel" : parties de la structure à protéger qui peuvent être intégrées au SPF et remplir une fonction de celui-ci si elles correspondent aux critères de dimensions et de matériaux de la norme:

- des capteurs "naturels" : garde-corps, mâts d'éclairage, toiture métallique...
- des descentes "naturelles" : charpentes métalliques, conduits de cheminée, fers à béton...
- des prises de terre "naturelles" : pieds de charpentes,

Note : la notion de composant naturel est différente de celle d'auto-protection.

Réseau interne : réseaux de puissance et de communication à l'intérieur d'une structure.

Étincelle dangereuse : décharge électrique engendrée par la foudre qui provoque directement ou déclenche des événements menant à des dommages physiques à l'intérieur de la structure à protéger (explosion ou blessures d'être vivants).

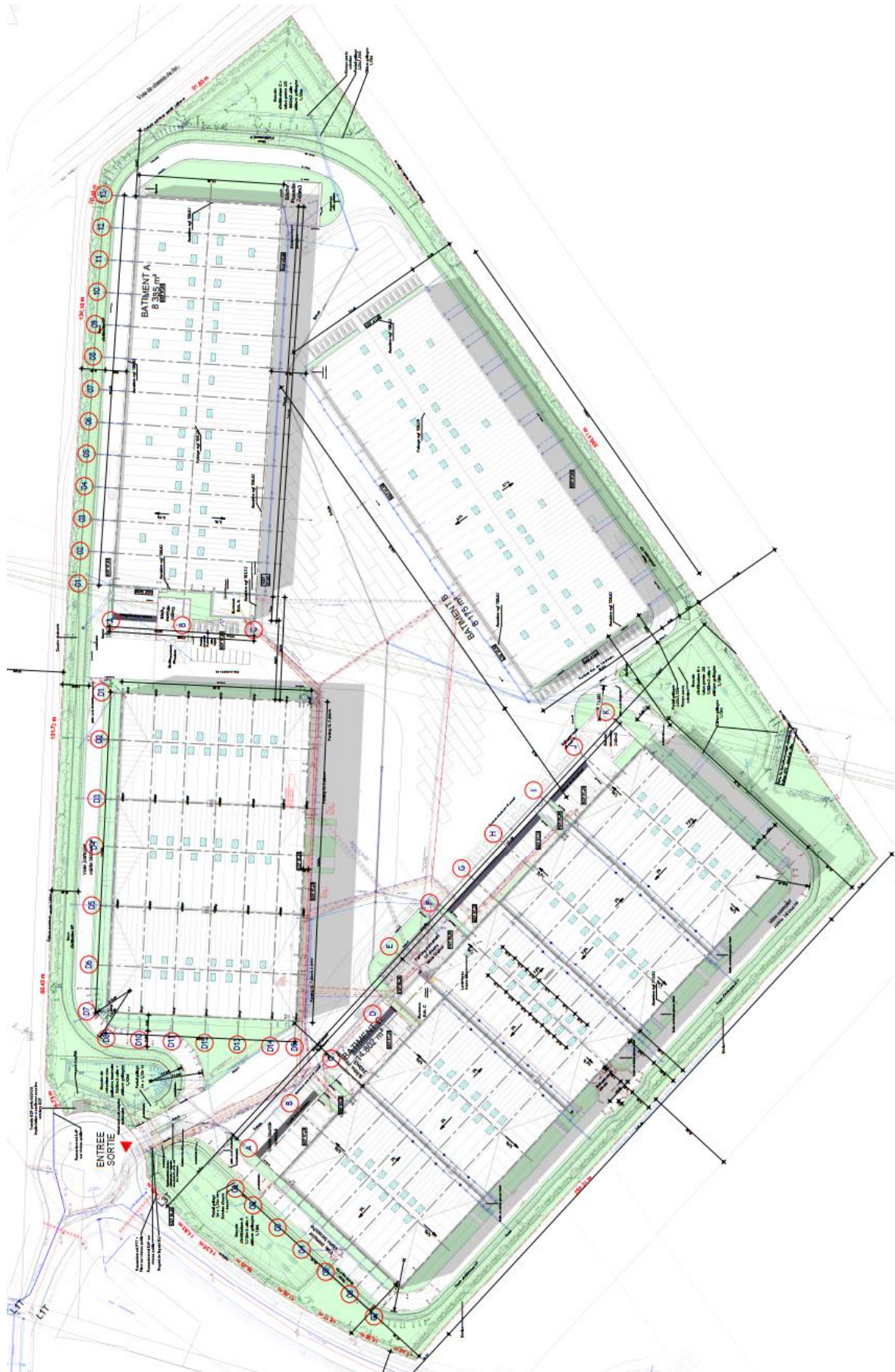
Distance de séparation : distance permettant une isolation entre deux parties conductrices telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse apparaître entre-elles.

Réseau de terre : réseau associant la prise de terre et le réseau d'équipotentialité d'une installation.

Service entrant : liaison à un réseau extérieur à la structure (alimentation électrique, télécommunications, eau, gaz,...).

7 DOCUMENTS ANNEXES

7.1 Plan de masse du site



7.2 Description des coefficients de risque estimés de la norme NFEN62305-2

RA: composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB: composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC: composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF (impact direct).

RM: composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF (impact à proximité).

RU: composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

RV: composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

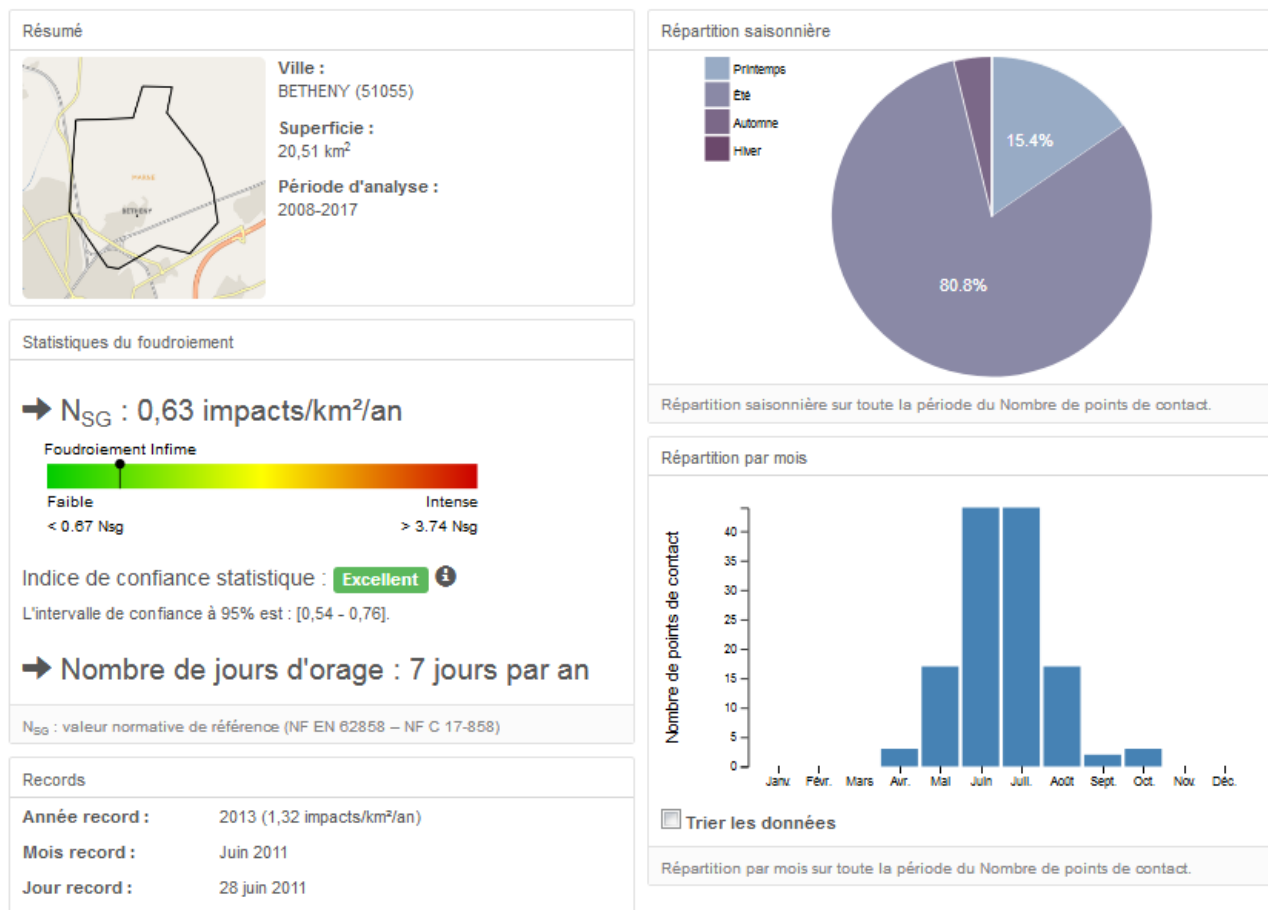
RW: composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

RZ: composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes;

7.3 Résistivités électriques de différents types de sols

NATURE DU TERRAIN	RESISTIVITE (en Ohms.m)
Terrains marécageux	qq unités à 30
Limon	20 à 100
Humus	10 à 150
Tourbe humide	5 à 100
Argile plastique	50
Marnes et argiles compactes	100 à 200
Marnes du jurassique	30 à 40
Sable argileux	50 à 500
Sable siliceux	200 à 3 000
Sol pierreux nu	1 500 à 3 000
Sol pierreux recouvert de gazon	300 à 500
Calcaires tendres	100 à 300
Calcaires compacts	1 000 à 5000
Calcaires fissurés	500 à 1000
Schistes	50 à 300
Micaschistes	800
Granits et grès (suivant altération)	1500 à 10000
Granits et grès très altérés	100 à 600

7.4 Niveau kéraunique : relevé communal météorage



7.5 Données traitées par le logiciel JUPITER :

Information sur le projecteur

Nom:ADEE electronic
 Adresse:300 rue des Arts et métiers
 Ville:PONT DE PANY
 Code postal : 21410

Client:

Client: Caillot Transport
 description de la structure :Dépôt Chemin
 des pendants
 Ville: Betheny (51)

7.5.1 Z1 – Bâtiment A

Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe
 d'emplacement: Entouré d'objets plus
 petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier
 Fréquence de foudroiement ($1/\text{km}^2/\text{an}$)
 $N_{sg} = 0,63$

Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation
 BT

L'ensemble de la ligne a des
 caractéristiques uniformes. de ligne:
 Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$
 résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré
 d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): rurale

Caractéristiques des lignes: Arrivée
 Télécom

L'ensemble de la ligne a des
 caractéristiques uniformes. de ligne:
 Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$
 résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré
 d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): rurale

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: faible ($r_f = 0,001$)

Danger particulier: Niveau de panique
 faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés
 manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact:
 aucune des mesures de protection

Réseaux interne : Alimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation
 BT

câblage: superficie de boucle de
 l'ordre de 10 m^2 ($K_{s3} = 0,2$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
 aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interne :Arrivée télécom

Connecté à la ligne Arrivée
 Télécom

câblage: superficie de boucle de
 l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
 aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:
Structure

Pertes dues aux tensions de contact
(liées à R1) $L_t = 0,0001$

Pertes en raison des dommages
physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la
zone: Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de
foudre directes sur la structure $A_d = 2,52E-02$ km²

Surface d'exposition due aux coups de
foudre à proximité de la structure $A_m = 3,09E-01$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux
à cause des coups de foudre directes sur
la structure $N_d = 7,94E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux
en raison de coups de foudre à proximité
de la structure $N_m = 1,87E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de
foudre directes (A_l) et aux coups de
foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT

$A_l = 0,021958$ km²

$A_i = 0,559017$ km²

Arrivée Télécom

$A_l = 0,021958$ km²

$A_i = 0,559017$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux
dû aux coups de foudre directes (N_l), et
aux coups de foudre à proximité (N_i) des
lignes:

Alimentation BT

$N_l = 0,003458$

$N_i = 0,352181$

Arrivée Télécom

$N_l = 0,003458$

$N_i = 0,352181$

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Arrivée télécom) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $7,50E-01$

P_m (Arrivée télécom) = $9,00E-03$

$P_m = 7,52E-01$

P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_z (Alimentation BT) = $4,00E-01$

P_u (Arrivée télécom) = $1,00E+00$

P_v (Arrivée télécom) = $1,00E+00$

P_w (Arrivée télécom) = $1,00E+00$

P_z (Arrivée télécom) = $1,00E+00$

7.5.2 Z2 – Bâtiment B

Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe
d'emplacement: Entouré d'objets plus
petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier
Fréquence de foudroiement (1/km²/an)
Nsg = 0,63

Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation
BT

L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré
d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des lignes: Arrivée
Telecom

L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne:
Signal enterrée

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré
d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton (ru = 0,01)

Risque d'incendie: faible (rf = 0,001)

Danger particulier: Niveau de panique
faible (h = 2)

Protections contre le feu: actionnés
manuellement (rp = 0,5)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact:
aucune des mesures de protection

Réseaux interne :Alimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation
BT

câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
aucun (Pspd =1)

Réseaux interne :Arrivée Télécom

Connecté à la ligne Arrivée
Telecom

câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:
Structure

Pertes dues aux tensions de contact
(liées à R1) Lt =0,0001

Pertes en raison des dommages
physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la
zone: Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de
foudre directes sur la structure Ad
=2,52E-02 km²

Surface d'exposition due aux coups de
foudre à proximité de la structure Am
=3,07E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux
à cause des coups de foudre directes sur
la structure Nd =7,94E-03

Nombre annuel d'événements dangereux
en raison de coups de foudre à proximité
de la structure Nm =1,85E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation BT

Al = 0,021623 km²

Ai = 0,559017 km²

Arrivée Telecom

Al = 0,021623 km²

Ai = 0,559017 km²

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Alimentation BT

NI = 0,003406

Ni = 0,352181

Arrivée Telecom

NI = 0,003406

Ni = 0,352181

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pc (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation BT) = 7,50E-01

Pm (Arrivée Télécom) = 9,00E-03

Pm = 7,52E-01

Pu (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pv (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pw (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pz (Alimentation BT) = 4,00E-01

Pu (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pv (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pw (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pz (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

7.5.3 Z3 – Bâtiment C

Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)

Blindage de structure :Aucun bouclier
Fréquence de foudroiement (1/km² an)
Nsg = 0,63

Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des lignes: Arrivée Télécom

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne : Alimentation BT

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m^2 ($K_{s3} = 0,2$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interne : Arrivée Télécom

Connecté à la ligne Arrivée Télécom

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,0001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

Évaluation de la charge spécifique incendie

Zone Z1 - Structure

Surface totale de la structure: 2870 m^2

bois ordinaire (500 kg/m^3)

17 MJ/kg - masse: 75000 kg

PVC, chlorure polyvinyle

17 MJ/kg - masse: 425000 kg

Charge spécifique incendie (MJ/m^2): 2961,67

Risque d'incendie: élevé

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,08E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,54E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 6,55E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,53E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation BT

$A_l = 0,021287 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Arrivée Télécom

$A_i = 0,021287 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_i), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation BT

$N_i = 0,003353$

$N_i = 0,352181$

Arrivée Télécom

$N_i = 0,003353$

$N_i = 0,352181$

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Arrivée Télécom) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation BT) = $7,50E-01$

P_m (Arrivée Télécom) = $9,00E-03$

$P_m = 7,52E-01$

P_u (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_v (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_w (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_z (Alimentation BT) = $4,00E-01$

P_u (Arrivée Télécom) = $1,00E+00$

P_v (Arrivée Télécom) = $1,00E+00$

P_w (Arrivée Télécom) = $1,00E+00$

P_z (Arrivée Télécom) = $1,00E+00$

7.5.4 Z4 – Bâtiment D

Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier
Fréquence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$)
 $N_{sg} = 0,63$

Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): rurale

Caractéristiques des lignes: Arrivée Télécom

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $r = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): rurale

Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier
 Protection contre les tensions de contact:
 aucune des mesures de protection

17 MJ/kg - masse: 75000 kg
 PVC, chlorure polyvinylique
 17 MJ/kg - masse: 425000 kg

Réseaux interne : Alimentation BT
 Connecté à la ligne Alimentation
 BT

câblage: superficie de boucle de
 l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
 aucun (Pspd =1)

Réseaux interne : Arrivée Télécom

Connecté à la ligne Arrivée
 Télécom

câblage: superficie de boucle de
 l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau:
 aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:
 Structure

Pertes dues aux tensions de contact
 (liées à R1) Lt =0,0001

Pertes en raison des dommages
 physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la
 zone: Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

Évaluation de la charge spécifique incendie

Zone Z1 - Structure

Surface totale de la structure: 2870 m²

bois ordinaire (500 kg/m³)

Charge spécifique incendie (MJ/m²):
 2961,67

Risque d'incendie: élevé

Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de
 foudre directes sur la structure Ad
 =2,08E-02 km²

Surface d'exposition due aux coups de
 foudre à proximité de la structure Am
 =2,54E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux
 à cause des coups de foudre directes sur
 la structure Nd =6,55E-03

Nombre annuel d'événements dangereux
 en raison de coups de foudre à proximité
 de la structure Nm =1,53E-01

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de
 foudre directes (Ai) et aux coups de
 foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation BT

Al = 0,021287 km²

Ai = 0,559017 km²

Arrivée Télécom

Al = 0,021287 km²

Ai = 0,559017 km²

Nombre annuel d'événements dangereux
 dû aux coups de foudre directes (NI), et
 aux coups de foudre à proximité (Ni) des
 lignes:

Alimentation BT

NI = 0,003353

Ni = 0,352181

Arrivée Télécom

NI = 0,003353

Ni = 0,352181

Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pc (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation BT) = 7,50E-01

Pm (Arrivée Télécom) = 9,00E-03

Pm = 7,52E-01

Pu (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pv (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pw (Alimentation BT) = 1,00E+00

Pz (Alimentation BT) = 4,00E-01

Pu (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pv (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pw (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Pz (Arrivée Télécom) = 1,00E+00

Étude Technique Foudre

Site : Caillot Transport
Rue des pendants
51540 - BETHENY
Ref : ET-18-17172

Rédigé par : Sté ADEE electronic
300, rue des Arts & Métiers
21410 Pont de Pany
Tel : 03 80 49 76 75



A l'attention de : Caillot Transport
Mr David LOY
ZI du Buisson Sarrazin
51450 Bétheny - FR

Création document :	du	Intervenant	Date	Signature
Etude réalisée par :		J.MARCUZ	19/12/2018	
Document vérifié par		A.COMPAROT	03/01/2019	
Version du document		V1.0	Date dernière mise à jour	01/01/2019

GESTION DU DOCUMENT

Date	Intervenant	Statut / Version
19/12/2018	J.MARCUZ	Création, V1.0
03/01/2019	A.COMPAROT	vérification, V1.0

SOMMAIRE

Gestion du document.....	2
Sommaire	3
1 Contexte réglementaire et normatif	4
1.1 Qualification des intervenants	4
1.2 Données d'entrée de l'ET	4
1.3 Contenu de l'étude technique de protection foudre	5
1.4 Limites d'intervention.....	5
1.5 Prescriptions générales.....	5
2 Synthèse de l'étude technique	6
3 Généralités à propos de la protection foudre	7
3.1 IEPF – Installation Extérieure de Protection Foudre.....	8
3.2 IIPF – Installation Intérieure de Protection foudre	9
3.2.1 Dimensionnement des liaisons équipotentielles.....	10
3.2.2 Dimensionnement des parafoudres d'équipotentialité.....	10
3.2.3 Choix du déconnecteur pour les parafoudres de type 1	11
4 Généralités	13
4.1 Méthodologie.....	13
4.2 Informations générales sur le site.....	13
4.3 Rappel des conclusions de l'ARF.....	14
4.4 Historique foudre du site	14
5 Dispositions préconisées	15
5.1 Z1 – Bâtiment A.....	16
5.2 Z2 – Bâtiment B.....	16
5.3 Z3 – Bâtiment C	17
5.3.1 Dispositif extérieur – IEPF.....	17
5.3.2 Dispositif intérieur – IIPF	19
6 Distances de séparation.....	21
7 Enregistrement des agressions foudre	23
8 Mesures de prévention contre les tensions dangereuses.....	24
8.1 Protection contre les tensions de contact.....	24
8.2 Mesures de protection contre les tensions de pas	24
9 Glossaires / abréviations:	26
10 Documents annexes	28
10.1 Plan de masse du site	28
10.2 Configuration générale d'une prise de terre paratonnerre.....	29
10.3 Câblage de parafoudres.....	30
10.4 Indications pour la tenue au vent des pointes et mâts de fixation des paratonnerres	31

1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

Le présent document entre dans le processus de gestion du risque foudre des installations pour lesquelles une agression par la foudre peut être à l'origine d'un événement susceptible de porter atteinte, directement ou indirectement, aux personnes ou à l'environnement tel que décrit dans l'arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 4 octobre 2010.

Dans le cas de sites non soumis à l'arrêté, la procédure décrite dans l'arrêté sert de base de travail. Le coefficient de réduction de 40% pour le rayon de protection des PDA est appliqué pour les sites soumis à l'arrêté ou pour lesquels l'analyse de risque fait apparaître un risque pour l'environnement.

1.1 Qualification des intervenants

La présente étude technique foudre a été réalisée par une entreprise qualifiée QUALIFOUDRE analyses de risque foudre » et « Etudes Techniques Foudre » ; attestation 06116855026.



1.2 Données d'entrée de l'ET

La présente étude a été réalisée sur la base de différents documents normatifs et réglementaires suivants :

Référence	Titre
Arrêté du 4 Octobre 2010	Arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire.
Série NF EN 62305 : 2006	Protection contre les effets de la foudre : 1. principes généraux. 2. évaluations du risque. 3. dommages physiques sur les structures et risques humains. 4. réseaux de puissance et de communication dans les structures.
CLC/TS 61643-12 (2008)	Parafoudres connectés aux réseaux de distribution basse tension - Principes de choix et d'application
NF C 15 100 (2015)	Norme relative aux installations électriques à basse tension
NF C 17-102 (2011)	Norme relative aux paratonnerres à dispositif d'amorçage (PDA)
UTE C 15-443 (2004)	Guide pratique relatif à la protection des installations électriques contre les surtensions atmosphériques ou de manœuvre
NF EN 60079-14	installation électrique en présence d'ATEX.

Ainsi que des documents liés au site étudié suivants :

Titre	Référence	Date
ARF de ADEE electronic	ARF-18-17172	03/12/2018
Plan de masses	MASSSES 2018_104_PC2.0	04/10/2018
Plan de coupes	COUPES 2018_104_PC3.0	04/10/2018

1.3 Contenu de l'étude technique de protection foudre

L'étude technique foudre a pour but de définir les mesures de prévention et protection constituant le système de protection foudre (SPF) pour atteindre le niveau de protection requis suite à l'Analyse du Risque Foudre. Ces mesures de protection peuvent être situées à l'extérieur (IEPF) ou à l'intérieur (IIPF) de la structure à protéger.

1.4 Limites d'intervention

L'étude de protection foudre du risque foudre concerne les risques liés à un impact direct et indirect de la foudre sur le site.

L'étude technique foudre a pour objet de définir les solutions à mettre œuvre pour protéger la structure et les équipements importants pour la sécurité contre les effets de la foudre en regard du risque pris en compte dans l'Analyse de Risque Foudre. Les risques pris en comptes peuvent varier en fonction de l'activité abritée par le bâtiment ou structure, il s'agit principalement du risque « R1 », risque de perte de vie humaine et/ou risque pour l'environnement dans le cas des installations industrielles.

La prise en compte d'autre type de risques peut être effectuée soit suite aux conclusions de l'ARF, soit suite à la demande de l'exploitant.

Tel que précisé dans certains textes normatif (ex :NFC17-102), une installation de protection contre la foudre conçue et réalisée conformément aux textes en vigueur, ne peut, comme tout ce qui concerne les éléments naturels, assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets ; néanmoins, l'application du présent document doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les structures protégées.

Les dispositions indiquées dans le présent document constituent des conditions permettant d'assurer une protection statistiquement efficace conformément aux besoins exprimés dans l'ARF calculés suivant la méthode probabiliste de la norme NF EN 62305-2 et éventuellement complétés de mesures de protections prises sur la base de d'une analyse déterministe.

Les mesures prescrites sont établies sur la base de relevés effectués sur site ou d'information issues de documents fournis par l'exploitant, il appartient à celui-ci de vérifier les informations relevées et les hypothèses de calcul.

En conséquence, la responsabilité d'ADEE electronic en cas de foudroiement des installations étudiées, ne saurait être engagée au-delà du montant de cette étude.

1.5 Prescriptions générales

Les mesures de protection préconisées dans cette étude technique impliquent une conformité des dispositifs mis en œuvre aux normes produits en vigueur et notamment:

- Séries NFEN62651(-1 à -7) pour les composants paratonnerre :pointe, conducteurs, fixation, connecteur et raccord, compteurs de coup de foudre (remplace série NFEN50164-1 à -7).
- NFC17-102 (2011): paratonnerres à dispositif d'amorçage
- NF EN 61643-11 : pour les parafoudres à destination des réseaux basse tension.
- NF EN 61643-21 : pour les parafoudres à destination des réseaux de données.

La mise en œuvre de ceux-ci devra être assurée par des intervenants compétents au sens de l'arrêté (Qualifoudre et référentiel V3.3 entré en vigueur le 1er juillet 2014), conformément aux textes en vigueur et en concertation avec l'exploitant.

2 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE

La présente étude technique a conclu en fonction des besoins exprimés dans l'ARF à :

Zones	préconisations
Z1 – Bâtiments A	S/O
Z2 – Bâtiment B	S/O
Z3 – Bâtiment C	Installation de 3 PDA 60µs en toiture 2 descentes par PDA Parafoudre type 1 limp 12.5kA sur TGBT Parafoudres Type 2 Up 0.8kV sur EIPS

Les mesures de prévention peuvent être influencées par l'emplacement des pointes, le cheminement choisi des conducteurs de descentes notamment, elles sont précisées au §8 de ce document.

3 GENERALITES A PROPOS DE LA PROTECTION Foudre

La foudre est un phénomène électrostatique de grande amplitude généré par l'activité orageuse.

De violents courants d'air verticaux s'établissent à l'intérieur des nuages d'orage (cumulonimbus) dont l'extension verticale peut atteindre 15 km. Ces courants violents entraînent des fragments de glace, des grêlons, et des gouttelettes d'eau véhiculant des ions des deux polarités et séparant ainsi les charges électriques pour progressivement charger le nuage. Le déséquilibre des charges électriques peut apparaître au sein du nuage (haut/bas), entre deux nuages, ainsi qu'entre la base du nuage et le sol, lorsque celui-ci est maximal, des arcs électriques (éclairs) peuvent se produire entre nuages et notamment entre les nuages et la terre lors d'un coup de foudre.

La foudre crée un courant de forte intensité (15 à 30 kA en moyenne), avec des maximums de l'ordre de 100 kA, se propageant avec des fronts de montée extrêmement rapides au point d'impact avec le sol ou avec un bâtiment ou structure.

Ce courant de foudre peut être à l'origine d'événements dangereux (éclatement de maçonnerie, incendie, explosions) mais elle peut aussi causer des dégâts importants aux équipements électriques, électroniques et informatiques.

Elle rayonne également un champ électromagnétique très intense, lui-même générateur de courants parasites sur les câbles qu'il « illumine » particulièrement lorsqu'ils forment des boucles. Enfin, elle crée des phénomènes dits de « remontées de terre » lors de son écoulement à la terre, en créant des différences de potentiel entre les différentes prises de terre en présence.

Les moyens de protection contre la foudre et ses conséquences sont :

- les systèmes communément appelés paratonnerres, qui peuvent se présenter sous forme de pointes métalliques simples en haut des éléments les plus hauts des structures, de conducteurs disposés en réseau maillé sur la toiture et les façades d'un bâtiment (cage maillée), de fils tendus au dessus des zones ou structures à protéger ou encore de paratonnerre à dispositif d'amorçage, comportant généralement un circuit électronique assurant un déclenchement précoce de traceur ascendant afin d'augmenter le rayon d'attraction d'une pointe.
- Réalisation d'une parfaite équipotentialité des masses métalliques et des terres du site dont le but est de limiter les conséquences du phénomène de remontée de terre, complétée en surface par l'interconnexion des masses métalliques telles que chemins de câbles en acier, structure métallique, tuyauteries et conduits divers à proximité des équipements sensibles. Ce réseau de surface (appelé aussi plan de masse) a pour effet de réduire les tensions qui peuvent apparaître entre ces éléments conducteurs et drainer les courants générés qui peuvent parcourir des conducteurs actifs.
- Installation de parafoudres sur les lignes provenant de l'extérieur des bâtiments pour éviter les étincelles dangereuses complétée de parafoudres pour protéger contre les surtensions les équipements ayant une fonction de sécurité.

On regroupe ces moyens de protection en 2 groupes suivant qu'ils sont localisés à l'intérieur (IIPF) ou à l'extérieur (IEPF) de la structure à protéger.

3.1 IEPF – Installation Extérieure de Protection Foudre

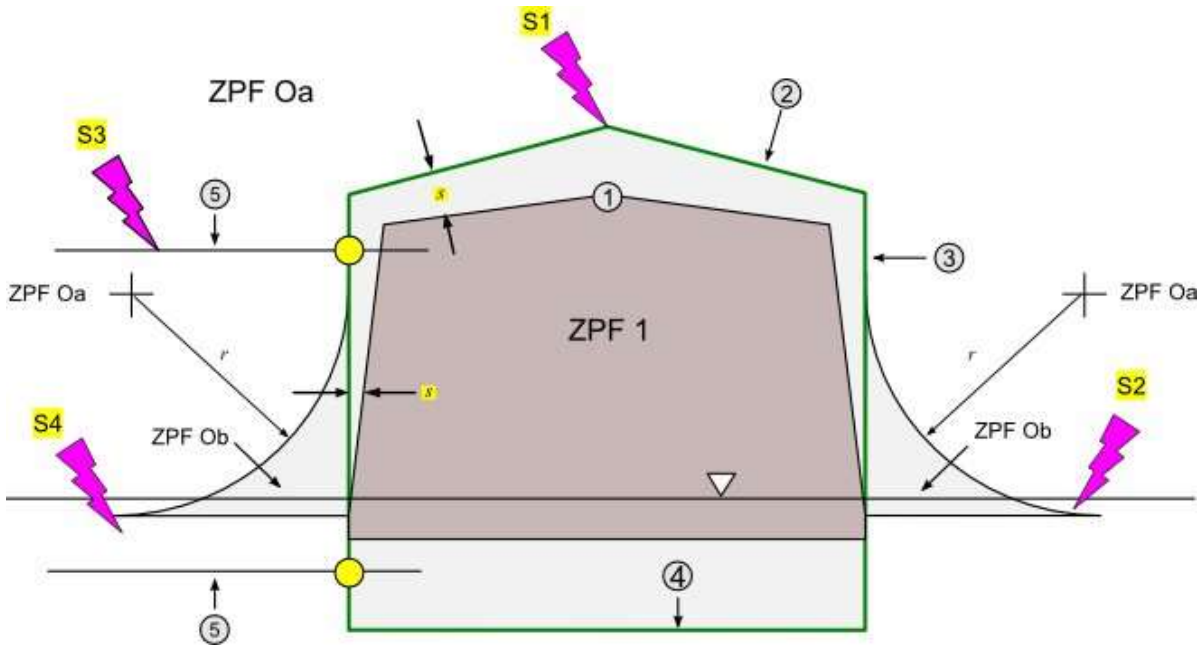


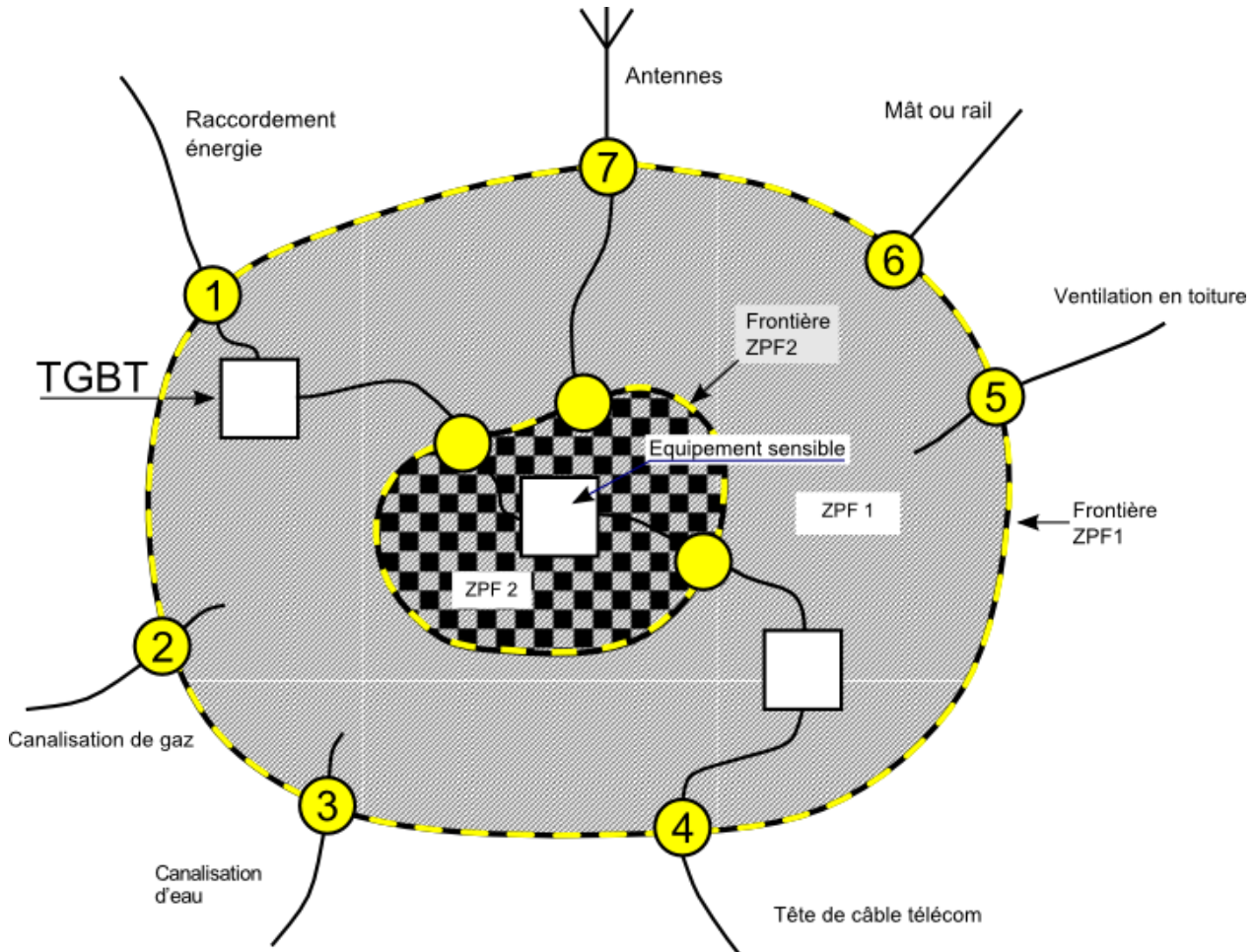
Illustration 1: Schéma des zones de protection

- Repère 1 : Structure
- Repère 2 : dispositif de capture
- Repère 3 : conducteurs de descente
- Repère 4 : prise de terre
- Repère 5 : services entrants (voir aussi diagramme IIPF)
- Repère S1 : impact sur la structure
- Repère S2 : impact près de la structure
- Repère S3 : impact sur un service connecté à la structure
- Repère S4 : impact près d'un service connecté à la structure
- Repère r : rayon de la sphère fictive, 60m en niveau IV
- Repère s : distance de séparation pour éviter une perforation.

Dans la terminologie de la norme NF EN 62305, l'IEPF est l'ensemble des moyens utilisés pour protéger un site contre les impacts directs de la foudre. Ainsi que le rappelle la norme, plusieurs moyens de capture peuvent être utilisés : paratonnerre simple, paratonnerre PDA, fil tendu, conducteurs maillés. Ils doivent pouvoir supporter les impacts de foudre et conduire le courant associé de manière sûre via un ou plusieurs conducteurs de descente vers la terre.

Dans certain cas, compte tenu du niveau de protection à atteindre de la nature et de la disposition des matériaux de la structure à protéger, ceux-ci peuvent constituer des éléments de l'IEPF. Par exemple, l'acier des charpentes métalliques sera utilisé comme dispositif de capture et de descente à la terre. Cette disposition est dénommée « composants naturelles » dans la norme NF EN 62305.

3.2 IIPF – Installation Intérieure de Protection foudre



- Repère 1 : protection du TGBT
- Repère 2 : canalisation de gaz
- Repère 3 : canalisation d'eau
- Repère 4 : tête de câble
- Repère 5 : ventilation en toiture
- Repère 6 : mât ou rail
- Repère 7 : antennes

Dans la terminologie de la norme NF EN 62305, IIPF est l'acronyme de « Installation Intérieure de Protection Foudre ». Cela comprend toutes les dispositions qui évitent la formation d'une étincelle dangereuse à l'intérieur de la structure protégée par l'IEPF.

L'IIPF peut être constituée de liaisons équipotentielles directes (entre 2 plans de masse par exemple) ou via un parafoudre lorsque la liaison directe n'est pas possible comme par exemple les circuits de puissance ou de téléphonie.

Du point de vue de la norme NF EN 62305 tous les services entrants – électricité, téléphone, eau, gaz, etc – sont des vecteurs de propagation des surtensions à l'intérieur de la structure. Il en découle que chacun de ces services peut faire l'objet d'une mesure de protection en fonction des résultats de l'ARF.

Les mesures de protection des équipements sensibles peuvent être imposées si ceux-ci sont recensés comme importants pour la sécurité dans l'ARF.

3.2.1 Dimensionnement des liaisons équipotentielles

La section minimale exigée par la norme NFEN62305-3 pour les liaisons équipotentielles intérieures entre les barres d'équipotentialité principales et la terre ou entre les barres d'équipotentialité est de 16mm². Elle est de 6mm² entre les masses métalliques ou canalisation et les barres d'équipotentialité.

En outre, parmi les informations présentées dans les annexes de la norme NF EN 62305-1, il est précisé que la section de 16mm² cuivre permet l'écoulement d'ondes 10/350µs d'une amplitude de 100kA avec un échauffement limité à 60°C.

3.2.2 Dimensionnement des parafoudres d'équipotentialité

La norme NF EN 62305-3, indique que le courant de choc I_{imp} du(des) parafoudre(s) de tête doit être supérieur à la valeur du courant de partiel de foudre (I_f) susceptible de s'écouler dans les liaisons équipotentielles avec conducteurs extérieurs à la structure (voir Annexe E informative de NF EN 62305-1).

Avec les valeurs par défaut, il est considéré que le courant de foudre se répartit à raison de 50% dans le réseau de terre du site et 50% sur les services entrants (circuits de puissance, eau et gaz) souterrains (repère n_1) et aérien (repère n_2). Le courant d'impulsion étant considéré réparti également sur les câbles de phases et neutre dans le cas d'une ligne électrique.

Le courant I_f est donc donné par la formule suivante pour les cas simples :

$$I_f = I_{tot} \times 0.5 / (n_1 + n_2).$$

Le tableau ci-dessous indique le dimensionnement en courant d'impulsion dans les cas de figures les plus courants pour les parafoudres pour ligne d'alimentation électrique (pas de canalisation métallique autre que l'alimentation électrique):

Niveau de protection	Courant total I_{tot}	I_f mini par pôle pour système à 3 conducteurs (IT-SN, TN-C)	I_f mini par pôle pour système à 4 conducteurs (IT-AN, TT, TN-S)
I	200 kA	33,3 kA	25 kA
II	150 kA	25 kA	18,75 kA
III	100 kA	16,7 kA	12,5 kA
IV	100 kA	16,7 kA	12,5 kA

Ces valeurs sont en général supérieures aux besoins, lorsque plusieurs câbles sont connectés ou que des canalisations métalliques font l'objet de mise à la terre et ne sont pas prises en compte dans le calcul.

Les parafoudres installés en tête d'installation, lorsqu'un SPF est installé sur le bâtiment, doivent avoir une caractéristique I_{imp} minimum de 12.5kA suivant NFC15-100 (parafoudres de type 1) et supérieure à I_f suivant tableau ci-dessus pour chaque pôle connecté.

Une autre caractéristique des parafoudres type 1, mais commune à tous les parafoudres, est le niveau de protection (U_P), exprimé en kV. U_P est la tension maximum observée aux bornes du parafoudre durant les différents tests en courant et en tension. Ce niveau de protection doit être inférieur à 2.5kV les parafoudres utilisés dans une installation basse tension notamment pour éviter les étincelles dangereuses dans les matériels de catégorie II (tenue aux chocs).

Une valeur plus faible de U_P permettant une meilleure protection des équipements est possible cependant une protection de type I ne peut assurer seule une protection efficace des équipements sensibles (notamment les équipements couramment recensés comme

importants pour la sécurité EIPS tels que centrale SSI, détection gaz, etc.), elle doit être complétée par des parafoudres de type 2 suivant le besoin de protection exprimé dans l'ARF et les besoins de l'exploitant du site.

Nous proposons des parafoudres ayant une tension de protection la plus basse possible pour les EIPS afin de procurer une protection optimale même en cas de câblage ne respectant pas strictement la règle des 50cm de la C15-100.

3.2.3 Choix du déconnecteur pour les parafoudres de type 1

Le choix du déconnecteur associé aux parafoudres de type 1 doit être effectué en fonction des caractéristiques du parafoudre et de l'installation (dont courant de court-circuit).

Le courant de décharge auquel doit résister le parafoudre sélectionné suivant les prescriptions de la norme 62305-3 est un des paramètres des parafoudres de type 1 à choisir (Iimp). Les parafoudres sont testés suivant la norme NF EN 61643-11 (ou IEC 61643-11) qui implique que le déconnecteur recommandé par le fabricant doit, lors de l'essai, ne pas déclencher au passage du courant de décharge. Cela conduit souvent à des déconnecteurs associés recommandés type fusible de déconnexion de calibre 250 à 315A pour les parafoudres de type 1 ayant une valeur Iimp de 25kA ou plus. De tels calibres peuvent être inopérants suivant le type de branchement (exemple en tarif bleu ou tarif jaune) et/ou peuvent réduire la priorité donnée à la continuité de service prônée par la norme C15-100 (c'est notamment le cas avec des fusibles 315A si le calibre du disjoncteur en amont est inférieur à 630A).

De plus l'encombrement de tels appareils (en général des fusibles à couteaux) les rend difficilement utilisables hors des installations industrielles.

Ainsi plusieurs cas sont possibles et les deux plus courants sont décrits ci-dessous :

- Si le calibre de la protection contre les surintensités (disjoncteur ou Fusible) en amont du circuit alimenté est supérieur au déconnecteur prescrit par le fabricant, le calibre du déconnecteur préconisé par le fabricant peut être respecté. Dans ce cas, la continuité d'alimentation peut être compromise si la sélectivité n'est pas assurée entre le disjoncteur principal et le déconnecteur de parafoudre (en fonction des calibres et courbes de déclenchement respectifs et/ou de la présence de dispositif différentiel).
- Si le calibre de la protection contre les surintensités (disjoncteur ou Fusible) en amont du circuit alimenté est inférieur au déconnecteur prescrit par le fabricant, le calibre du déconnecteur peut être réduit et adapté à celui du disjoncteur de branchement. Dans ce cas, la continuité de protection peut éventuellement être réduite. Dans des cas rares puisque basés sur la valeur Iimp qui est une valeur pouvant intervenir avec une probabilité réduite (moins de 1% des cas), le courant de décharge pourra faire fonctionner le déconnecteur du parafoudre sans nécessairement détruire le parafoudre.

Il est utile de mentionner que le disjoncteur principal peut être endommagé par la surtension (notamment pour les installations tarif bleu) et ce même en présence d'un parafoudre type 1 immédiatement en aval. Il peut être envisagé d'installer le parafoudre et son déconnecteur en amont du disjoncteur principal mais ce n'est possible qu'en tarif vert.

Nous préconisons en général d'utiliser des fusibles de calibre 125A type gG en tant que déconnecteur de parafoudre de type 1. Ce calibre peut s'avérer insuffisant au regard des informations contenues dans la norme NF EN 61643-12 et des niveaux de courant de décharge requis par la norme NF EN 62305, cependant cela permet une installation plus aisée car ce calibre est disponible en format cylindrique 22x58 et cela autorise un courant

d'écoulement de 7kA minimum par pôle en onde 10/350 μ s pour 5 chocs sans fusion et 15kA pour 1 choc suivant les données de la norme et parfois plus suivant le fabricant du fusible.

Ce calibre permet de faire face à au moins 95% des cas suivant les données statistiques utilisées comme référence dans la norme sur l'amplitude et la durée des impulsions de courant et permet une sélectivité totale pour les disjoncteurs placés en amont de calibre supérieurs à 315A.

Le tableau ci-dessous donne les indications relatives au choix du calibre du déconnecteur associé en fonction du parafoudre et du disjoncteur placé en amont.

Calibre et type déconnecteur fusible	Application	Sélectivité totale disj courbe C (calibre*)
25A gG 10.3x38	Paraf type 2 In 5kA	>40A
32A gG 10.3x38	Paraf type 2 In 15kA	>80A
63A gG 22x58	Paraf type 1 limp 15kA	>160A
125A gG 22x58	Paraf type 1 limp 15kA	>315A
160A gG NH0	Paraf type 1 limp >25kA	>400A

* basée sur données Schneider Electric avec gammes NSX et Masterpact

4 GENERALITES

4.1 Méthodologie

La présente étude technique foudre se situe donc dans le prolongement de l'Analyse de Risque Foudre. Les données d'entrée de cette étude sont :

- les conclusions de l'Analyse de risque foudre,
- les textes normatifs et réglementaires,
- les éléments relevés sur site lors de la visite

Pour faciliter la lecture du document, le site a été découpé en zones. L'étude technique foudre suit dans les grandes lignes le découpage de l'Analyse de Risque Foudre. Cette méthodologie permet d'appréhender les détails du système de protection foudre à mettre en place sans perdre de vue les objectifs globaux en terme de niveau de protection à atteindre, de faisabilité technique et économique.

Les zones du site, Z1, Z2 ... Zn sont abordées séquentiellement dans les chapitres qui suivent, en rappelant les informations et conclusions issues de l'ARF, puis en listant pour chaque zone les mesures à prendre.

Le processus de gestion du risque foudre inclut également un cycle de vérifications périodiques décrit dans la notice de vérification et de maintenance qui accompagne l'étude technique.

4.2 Informations générales sur le site

Le site est localisé à Béthény (51), il est constitué d'un ensemble de 3 zones comportant des bâtiments ou structures :

- Z1 – Bâtiment A : Stockage de bouteilles en verre en conteneur métallique
- Z2 - Bâtiment B : Stockage de bouteilles en verre en conteneur métallique
- Z3 - Bâtiment C : ensemble de 5 cellules de stockage de matières combustibles séparées par des murs CF-2H

L'alimentation électrique est constituée d'une ligne HTA arrivant au poste de transformation situé dans le local technique du Bâtiment C



Vue aérienne du site Caillot Transports à Béthény -51 (source : dossier permis de construire).

4.3 Rappel des conclusions de l'ARF

Le tableau ci-dessous synthétise pour chaque zone le résultat de l'ARF :

Zone	Protection contre les impacts directs (IEPF)	Protection contre les effets indirects (IIPF)	EIPS à protéger contre les surtensions
Z1 – Bâtiment A	Auto-protection	Auto-protection	Détection incendie
Z2 – Bâtiment B	Auto-protection	Auto-protection	Détection incendie
Z3 – Bâtiment C	Niveau IV	Niveau IV	Détection incendie

Aucune mesure organisationnelle n'est mentionnée dans l'ARF concernant la prévention (exemple : Procédures, arrêt des dépotages ; accès en toiture, évacuation de locaux,)

4.4 Historique foudre du site

Sans objet : site en projet

5 DISPOSITIONS PRECONISEES

La présente étude à été rédigé par J.MARCUZ, ADEE electronic suite à la fourniture des documents par Mr Loy.

L'étude technique foudre reprend le découpage en zones de l'analyse de risque foudre :

- Z1 – Bâtiment A
- Z2 – Bâtiment B
- Z3 – Bâtiment C

Le système de protection foudre – SPF – à mettre en place pour chacune de ces zones est abordé séquentiellement dans cette partie du document.

5.1 Z1 – Bâtiment A

L'ARF a conclu en fonction des caractéristiques et de l'activité de cette zone que celle-ci est auto-protégée.

5.2 Z2 – Bâtiment B

L'ARF a conclu en fonction des caractéristiques et de l'activité de cette zone que celle-ci est auto-protégée.

5.3 Z3 – Bâtiment C

L'ARF a conclu en fonction des caractéristiques de la structure et de l'activité abritée que la structure et les services entrants doivent être protégés contre les effets de la foudre avec un niveau de protection IV.

Le bâtiment est constitué d'une structure métallique avec couverture bac acier + étanchéité et les façades sont en bardage métallique.

Compte-tenu des dimensions du bâtiment la mise en place d'un système de protection conventionnel par cage maillée ou pointes simple n'est pas une solution économiquement adaptée.

L'utilisation des composants naturels de la structure comme élément du SPF implique de valider les résistances de contacts des pièces de structures et une mise à la de type B pour éviter des surcours notoires liés à la mise en place sur SPF. Le type de mise à la terre de l'installation n'est pas encore connu (matière / section).

Ainsi la solution préconisé dans cette &étude est la mise en place d'un SPF composé de 3 PDA disposé en toiture du bâtiment.

L'angle nord du Bâtiment C se trouve à l'aplomb d'une ligne HTB RTE qui procure une protection partielle de cette partie du bâtiment. Cette couverture est prise en compte dans le placement des pointes PDA.

5.3.1 Dispositif extérieur – IEPF

5.3.1.1 Dispositif de capture

La ligne HTB RTE dispose d'un câble de garde dont la hauteur est de 20m au niveau de la flèche. Le bâtiment C a une hauteur de 15m au niveau des acrotères. Suivant la méthode de l'angle de protection de NFEN62305-3, la zone de protection offerte par le câble de garde de la ligne HTB s'étend à 16m de part et d'autre de l'aplomb de celui-ci. Cette zone de protection est reportée sur le plan afin de choisir un emplacement approprié pour le PDA.

Rappel : suivant la Fiche d'interprétation F10 de novembre 2014 de NFC17-102 :2011 il convient d'éloigner les PDA des lignes HTB de 20m au minimum.

Afin de couvrir le bâtiment un ensemble de 3 pointes PDA est nécessaires.

Dispositions à prendre

Installer un ensemble de 3 paratonnerres de type PDA.

Spécifications produit

Paratonnerre de type PDA, ayant 60µs d'avance à l'amorçage, hampe 2.0m en acier inoxydable, monté sur une rallonge de 3.00m en acier inoxydable (hauteur totale 5m minimum au-dessus des acrotères).

5.3.1.2 Descentes à la terre

Dispositions à prendre

Relier chaque paratonnerre à la terre par 2 descentes. (voir plan en annexes).

Spécifications produit

Utilisation de conducteur normalisé (cuivre 30x2mm par exemple) et fixations adaptées aux

différents supports (exemple : plots béton pour terrasse étanche, clip riveté pour bardage)

Spécifications d'installation

Fixation des conducteurs en toiture ou en façade par 3 attaches par mètre. Respecter les distances de séparation (voir §6) ou interconnecter les éléments métalliques proches des conducteurs le cas échéant.

Installation d'un joint de contrôle permettant la déconnexion de la prise de terre et d'une protection mécanique pour les 2 derniers mètres de descente avant l'entrée du conducteur dans le sol.

En cas de support de descente métallique sur la partie basse, une fixation isolante de la gaine de protection mécanique peut être nécessaire.

Afin de permettre l'enregistrement des impacts de foudre, un compteur de coup de foudre sera installé pour chaque paratonnerre (voir §7)

5.3.1.3 Prises de terre

Dispositions à prendre

Réalisation de prise de terre adaptée aux courants de foudre.

Spécifications prises de terre

Les prises de terre seront configurées de la façon suivante :

- 1 - Enfouissement de conducteurs verticaux à une profondeur de 50cm minimum (configuration triangle avec piquets de terre de 1.0m minimum à chaque angle du triangle et au milieu de chaque segment, longueur d'électrode verticale enfouie de 6m minimum);
- 2 – interconnexion des électrodes verticales en conducteur en cuivre étamé 50mm² (ruban 30x2mm recommandé).
- 3 – Raccordement des piquets de terre au ruban cuivre par un connecteur en acier inoxydable;
- 4 – Raccordement de la prise de terre au ruban de descente paratonnerre dans un regard dédié avec déconnexion possible;
- 5 – Valeur de résistance de terre à obtenir < 10 ohms ou enfouissement d'une longueur d'électrode équivalente suffisante.
- 6 – interconnexion avec le réseau de terre de l'installation visible et démontable dans le regard.

NB : la mise en place d'une terre par ceinturage à fond de fouille, même si elle n'est pas considérée comme une prise de terre de type B est utile pour réaliser l'interconnexion terre électrique terre paratonnerre.

Vérification et Maintenance

Vérification visuelle périodique des connexions et conducteurs. Les prises de terre de paratonnerre doivent être mesurées tous les 2 ans.

NB : en cas de réalisation d'un réseau de terre par ceinturage à fond de fouille. Si celui-ci est équivalent à une prise de terre de type B suivant NFC17-102 :2011, il convient d'appliquer le §6 de NFC17-102 :2011.

5.3.2 Dispositif intérieur – IIPF

5.3.2.1 Liaisons équipotentielles

Aucune canalisation métallique entrante n'a été relevée dans les documents fournis.

Dispositions à prendre

Sans objet

NB si des canalisations métalliques sont ajoutées ultérieurement il convient d'appliquer le §5.5 de NFC17-102 :2011. Soit une mise à la terre en conducteur cuivre 6mm² ou équivalent.

5.3.2.2 Protection du TGBT

En tant que service entrant, cette alimentation électrique doit être équipée d'un parafoudre de type 1.

Le choix de la valeur minimal du courant Iimp est indiquée par le calcul décrit en §3.2.2.

Le calcul pour un bâtiment pourvu d'une alimentation tétrapolaire et abouti à un courant de 12.5kA en niveau III ou IV.

La norme C15-100 indiquant qu'une valeur minimale de 12.5kA doit être utilisée pour les parafoudres de type 1 c'est la valeur retenue.

Dispositions à prendre

Installer une protection par parafoudre tétrapolaire de type 1 au niveau du TGBT adapté un niveau de protection foudre III ou IV.

Spécifications produit

Parafoudre type 1, tension Uc 255V, tension Up <1.5kV, Iimp >12.5kA.

Spécifications d'installation

Le parafoudre sera installé dans le TGBT ou à proximité directe. Les liaisons de phase seront en conducteurs souples de 16mm², la liaison au circuit de terre en 25mm².

Prévoir une protection en amont par fusibles ou disjoncteur suivant prescriptions du fabricant. (voir §3.2.3 pour plus d'information sur le dimensionnement des déconnecteurs pour parafoudres de type 1).

5.3.2.3 Protection alimentation EIPS

La centrale de détection incendie à été listée comme EIPS dans l'ARF. Il convient de protéger cet équipement de sécurité contre les surtensions par des parafoudres supplémentaires pour valider les hypothèses de l'ARF.

Dispositions à prendre

Installer une protection par parafoudres tétrapolaire de type 2 haute performance technologie Zener au niveau de l'armoire ou à proximité directe de celle-ci.

Spécifications produit

Parafoudre haute performance technologie à diode d'écrêtage, tension Uc 400V, tension Up 0.8kV.

Spécifications d'installation

Le parafoudre sera installé dans le coffret d'alimentation ou à proximité directe. Les liaisons de phase seront en conducteurs souples, la liaison au circuit de terre sera la plus courte et directe possible, de section 6mm² minimum.

Prévoir une protection en amont par fusibles ou disjoncteur suivant prescription du fabricant.

6 DISTANCES DE SEPARATION

Si des éléments métalliques de la structure reliés à la terre sont présent à une distance inférieure à la distance de séparation calculée ci-dessous, ils devront être soit éloignés soit reliés à la descente de paratonnerre la plus proche.

La distance de séparation n'est pas applicable pour des éléments métalliques proches des éléments de l'IEPF dans la structure si le revêtement de la structure est métallique (bac acier, bardage métallique, ...) ou équivalent (armatures métalliques dans béton).

Selon les normes NF EN 62305-3 et NFC17-102 il convient de calculer la distance de séparation selon la formule suivante :

$$s = k_C \left(\frac{k_I}{k_M} \right) l$$

où

$k_C = 0.75$ (ratio de partage des courants : cas d'un PDA avec 2 descentes, d'autres valeurs sont possibles voir extrait de NFC17-102 :2011 ci-après)

$k_I = 0.04 / 0,06$ ou 0.08 en fonction du niveau de protection (resp I, II et III ou IV)

$k_M = 1$ (air) ou 0.5 (béton/briques)

l = longueur entre le point de calcul de la distance de séparation et le point d'équipotentialité de référence.

Les distances de séparation mentionnées ci-dessous sont des valeurs maximales calculées au niveau de chaque pointe ou au niveau de l'acrotère.

- Si aucune masse métallique n'est à une distance inférieure à cette valeur aucune liaison équipotentielle de foudre n'est nécessaire.
- Si des masses métalliques sont présentes à proximité des descentes, un calcul de distance de séparation doit être effectué pour justifier le besoin de réaliser la liaison équipotentielle.

NB : la distance maxi retenue pour le calcul de distance de séparation dépend du cheminement des conducteurs de descente et de la distance au point d'équipotentialité entre la terre électrique et les éléments métallique du SPF.

Zone 3 Bâtiment C, PDA n°1: La distance de séparation maximum $s_1 = 0,7m$ pour les éléments en toiture à proximité de la pointe. En tenant compte d'une distance maxi de 22m entre le point d'équipotentialité le plus proche (acrotère) et le point de calcul de s_1 . Cette longueur ne compte pas le cheminement vertical sur bardage métallique.

Zone 3 Bâtiment C, PDA n°2: La distance de séparation maximum $s_2 = 0,7m$ pour les éléments en toiture à proximité de la pointe. En tenant compte d'une distance maxi de 22m entre le point d'équipotentialité le plus proche (acrotère) et le point de calcul de s_3 . Cette longueur ne compte pas le cheminement vertical sur bardage métallique.

Zone 3 Bâtiment C, PDA n°3: La distance de séparation maximum $s_2 = 0,1m$ pour les éléments en toiture à proximité de la pointe. En tenant compte d'une distance maxi de 3m entre le point d'équipotentialité le plus proche (acrotère) et le point de calcul de s_3 . Cette longueur ne compte pas le cheminement vertical sur bardage métallique.

Distance de séparation

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

$$s = k_1 \frac{k_c}{k_m} I$$

où :

- k_1 dépend du niveau de protection choisi (voir Tableau 3) ;
- k_m dépend du matériau d'isolation électrique (voir Tableau 4) ;
- k_c dépend du courant de foudre qui s'écoule dans les conducteurs de descente et de terre ;
- I est la longueur, en mètres, le long des dispositifs de capture et des conducteurs de descente entre le point où la distance de séparation est prise en considération et le point de la liaison équipotentielle la plus proche.

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

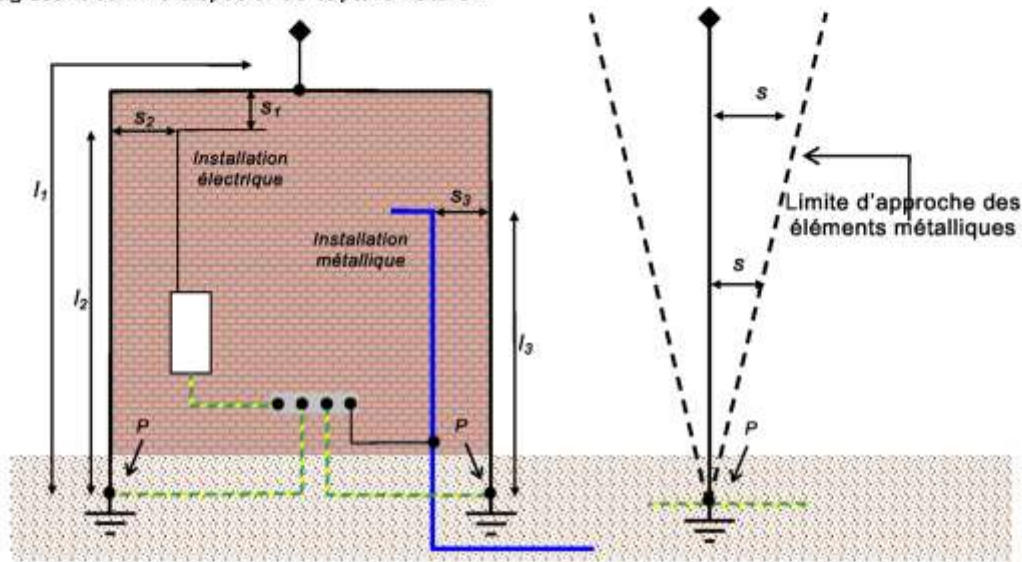


Figure 5 – Illustrations de la distance de séparation en fonction de la longueur considérée et augmentation de la différence de potentiel en fonction de la distance au point d'équipotentialité le plus proche (P)

Tableau 3 – Valeurs du coefficient k_1

Niveau de protection	k_1
I	0,08
II	0,06
III et IV	0,04

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

Tableau 5 – Valeurs du coefficient k_c

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

a) Voir l'Annexe E
b) Si les conducteurs de descente sont connectés horizontalement par un ceinturage, la distribution de courant est plus homogène dans la partie inférieure et k_c est réduit. Cela est particulièrement applicable aux structures élevées.
c) Ces valeurs sont valables pour de simples électrodes présentant des valeurs comparables de résistance. Si ces résistances sont très différentes, il est pris $k_c = 1$.

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

7 ENREGISTREMENT DES AGRESSIONS Foudre

Afin de déclencher les actions de vérification et de maintenance éventuelles sur le SPF suite à un impact sur l'installation, un enregistrement des agressions foudre doit être mis en place. Cet enregistrement peut intervenir sous différentes formes :

- Le compteur de coup de foudre : sur un paratonnerre simple ou PDA, c'est une solution envisageable et dont l'utilisation est simple. Dès que des composants naturels sont utilisés en complément (prises de terre, descente) le comptage par ce moyen n'est pas fiable.
- Abonnement à un service de type « télécompteur » auprès de l'exploitant du réseau de télédétection (météorage) ou utilisation d'un système localisé de détection d'activité orageuse : la localisation n'est pas suffisamment précise et implique souvent un contrôle du site entier.
- Définition d'une procédure de surveillance des agressions de la foudre par le personnel: solution liée aux personnes pouvant manquer de fiabilité et s'avérer lourde administrativement pour être efficace.

Dans les cas où cela est possible, le compteur de coup de foudre est conseillé en priorité, en fonction de la superficie du site ou si une mutualisation d'un abonnement sur plusieurs sites est possible, l'enregistrement via le réseau de télédétection est une alternative crédible.

Dispositif d'enregistrement préconisé

Chaque pointe paratonnerre sera équipée d'un compteur de coup de foudre sur la plus directe de ses descentes.

En cas de support de descente métallique sur la partie basse, une fixation isolante de la gaine de protection mécanique peut être nécessaire.

Spécification produit

Compteur de coup de foudre électromagnétique.

Installation

Le compteur de coup de foudre sera installé en série sur le ruban de descente, en amont du joint de contrôle.

Mesures organisationnelles

Pour répondre aux exigences de l'arrêté, la présence des compteurs de coup de foudre doit être complétée de mesures organisationnelles permettant de justifier qu'un impact sera pris en compte suffisamment rapidement.

Mesure suggérée

Mise en place d'un registre pour les compteurs et d'un relevé mensuel en période orageuse.

8 MESURES DE PREVENTION CONTRE LES TENSIONS DANGEREUSES.

La proximité des prises de terre paratonnerre et des descentes de paratonnerre peut être dangereuse en période d'orage. Des blessures sont possibles par tension de contact et par tension de pas. L'attention de l'exploitant est attirée sur les mesures de protection possibles.

8.1 Protection contre les tensions de contact

Les risques sont réduits à un niveau tolérable si l'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 k Ω .m.

Si aucune de ces conditions n'est satisfaite, des mesures de protection doivent être prises contre les lésions d'êtres 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 μ s, par exemple par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé.
- des restrictions physiques et/ou une signalétique d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente. Ces restrictions peuvent être temporaires et déclenchées par un système de détection de l'activité orageuse (détecteur local ou abonnement à un service de télédétection)

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes (voir ISO 3864-1).

8.2 Mesures de protection contre les tensions de pas

Les risques pour les personnes peuvent être considérées comme négligeables si les conditions suivantes sont satisfaites :

- 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
- la résistivité de la couche de surface du sol, jusqu'à 3 m des conducteurs de descente, n'est pas inférieure à 5 k Ω .m.

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

- équipotentialité au moyen d'un réseau de terre maillé
- des restrictions physiques et/ou une signalétique d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m. Ces restrictions peuvent être temporaires et déclenchées par un système de détection de l'activité orageuse (détecteur local ou abonnement à un service de télédétection)

Les mesures de protection doivent être conformes aux normes (voir ISO 3864-1).

NB : Une couche de 5 cm d'asphalte ou de 15cm de gravier répond à ces exigences.

Cas du site Caillot Transport

Etant donné le type de revêtement de sol à proximité des prises de terre le risque de tension de pas est limité.

Etant donné le faible nombre de personnes présentes en permanence à l'extérieur à proximité des prises de terre, une information aux personnes concernées complétée par une signalétique mentionnant le risque de tension de contact est une mesure appropriée.

L'accès en toiture doit être restreint aux personnels concernés et une signalétique mentionnant le risque de tension de toucher à proximité des conducteurs de descentes doit être installé au niveau des accès.



Exemple de signalétique mentionnant le risque de tension de pas et de toucher à proximité des prises de terre

9 GLOSSAIRES / ABREVIATIONS:

ARF : Analyse de Risque Foudre : évaluation des risques liés aux agressions de la foudre sur une installation. Elle évalue le besoin de protection d'une installation et elle identifie notamment les équipements et installations dont une protection contre la foudre doit être assurée.

Etude technique foudre : Document faisant suite à une ARF dans le cadre de l'arrêté du 19 juillet 2011 et définissant les mesures de protection à mettre en œuvre afin de répondre aux besoins exprimés par l'ARF.

SPF - système de protection contre la foudre : installation complète utilisée pour réduire les dangers de dommages physiques dus aux coups de foudre directs sur une structure. Elle comprend à la fois une installation extérieure et une installation intérieure de protection contre la foudre.

IEPF - installation extérieure de protection foudre : partie extérieure du système de protection contre la foudre comprenant un ou plusieurs dispositifs de capture, des conducteurs de descente voire de ceinturage et une ou plusieurs prises de terre.

IIPF - installation intérieure de protection foudre : éléments du SPF situés à l'intérieur de la structure à protéger, comprenant principalement les liaisons équipotentielles de foudre ou les mesures d'isolation électrique d'un SPF extérieur et notamment les protections contre les surtensions et différences de potentiel (liaisons équipotentielles, parafoudres d'équipotentialité, parasurtenseurs).

EIPS – équipement important pour la sécurité : équipement ou élément recensé dans l'étude de danger du site comme important pour la sécurité. La nécessité de protection de ces équipements figure dans l'ARF et est une des données d'entrée de l'Etude Technique. Il s'agit par exemple des systèmes de détection incendie ou de gaz ou encore d'extinction automatique, dont l'indisponibilité due à un coup de foudre entraîne une élévation du risque général.

Courant de foudre : courant maximal s'écoulant au point d'impact lors d'un coup de foudre sur une structure.

NPF - Niveau de protection contre la foudre : chiffre lié à l'ensemble de paramètres du courant de foudre et relatif à la probabilité que les valeurs minimales et maximales prévues ne seront pas dépassées lors d'apparition naturelle d'orages. Le niveau de protection contre la foudre est utilisé pour prévoir des mesures de protection conformément à l'ensemble des paramètres du courant de foudre. Le niveau de protection est compris entre I et IV en fonction de l'efficacité attendue du SPF.

Note : le type de SPF est au minimum défini par son niveau de protection.

Dispositif de capture : partie de l'installation extérieure constituée d'éléments métalliques destinés à capter les impacts de foudre (arc en retour) tels que tiges simples, tiges à dispositif d'amorçage, conducteurs mailles ou fils tendus.

Conducteur de descente : partie de l'installation extérieure destinée à conduire le courant partiel ou total de foudre entre le dispositif de capture et la prise de terre.

Prise de terre foudre: partie de l'IEPF destinée à conduire et à dissiper le courant de foudre à la terre. Elle est constituée d'éléments métalliques (électrodes) enfouis dans le sol dont la nature et les dimensions sont conformes aux prescriptions de la norme et la rendent apte à écouler le courant de foudre maximal attendu.

Composant "naturel" : parties de la structure à protéger qui peuvent être intégrées au SPF et remplir une fonction de celui-ci si elles correspondent aux critères de dimensions et de matériaux de la norme:

- des capteurs "naturels" : garde-corps, mâts d'éclairage, toiture métallique...
- des descentes "naturelles" : charpentes métalliques, conduits de cheminée, fers à béton...
- des prises de terre "naturelles" : pieds de charpentes,

Réseau interne : réseaux de puissance et de communication à l'intérieur d'une structure.

Étincelle dangereuse : décharge électrique engendrée par la foudre qui provoque directement ou déclenche des événements menant à des dommages physiques à l'intérieur de la structure à protéger (explosion ou blessures d'être vivants).

Distance de séparation : distance permettant une isolation entre deux parties conductrices telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse apparaître entre-elles.

Barre d'équipotentialité : barre ou barrette de connexion à laquelle sont reliées les installations métalliques (châssis de machines, conduites métalliques, ...), les éléments conducteurs extérieurs, les masses, les conducteurs PE ou blindages des lignes de puissance et de communication et d'autres câbles.

Réseau de terre : réseau associant la prise de terre et le réseau d'équipotentialité d'une installation.

Écran : enveloppe, paroi, tresse ou grille métallique enveloppant le système électrique ou électronique à protéger, ou une partie de celui-ci, et destiné à réduire l'exposition de celui-ci aux rayonnements électromagnétiques. Un écran est une mesure de protection contre les défaillances dues aux surtensions induites par ces rayonnements (les chemins de câble métalliques fermés entrent dans ce type de mesures).

Service entrant : liaison à un réseau extérieur à la structure (alimentation électrique, télécommunications, eau, gaz,...).

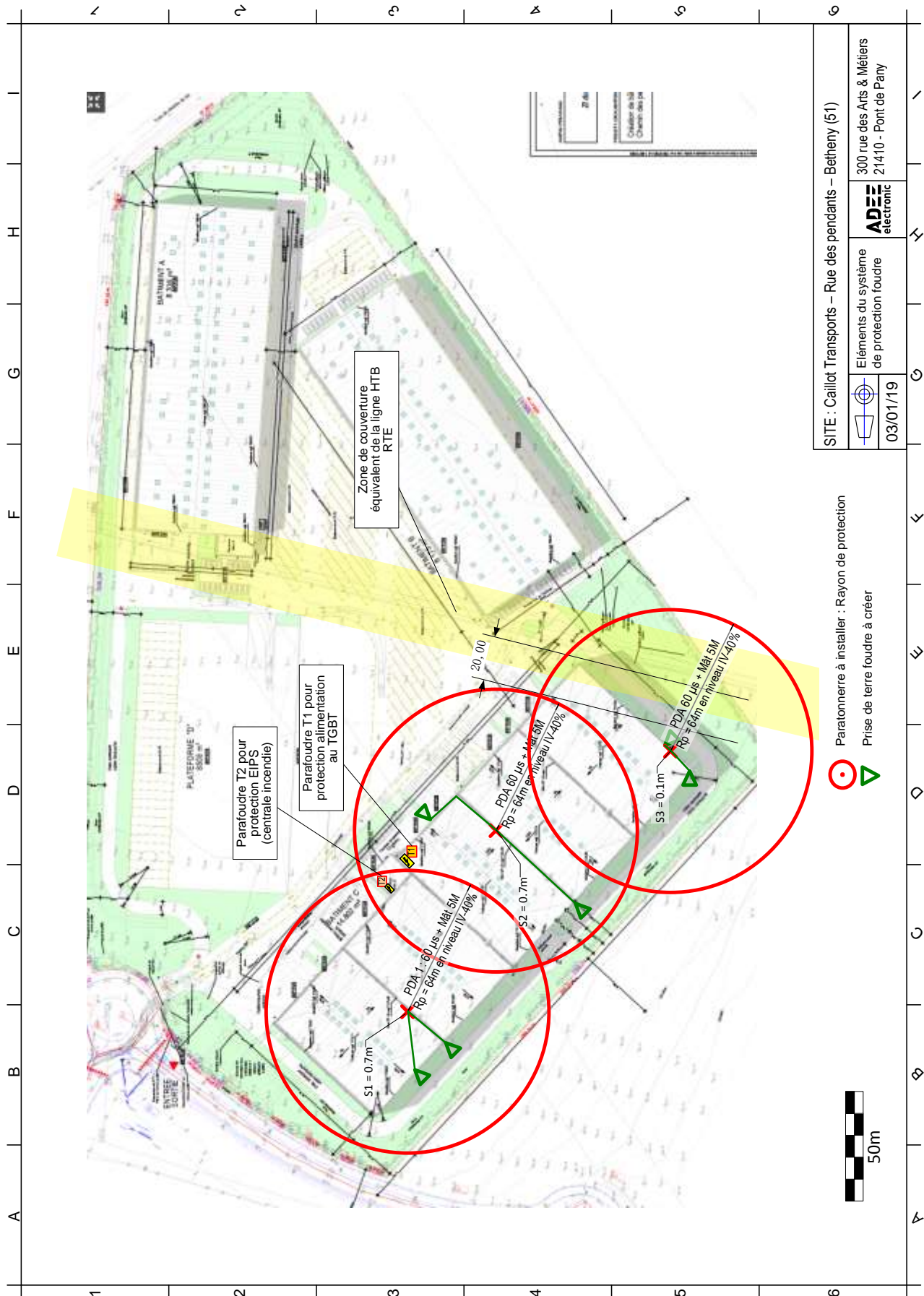
Parafoudre : dispositif conçu pour limiter les surtensions transitoires et évacuer les courants de choc. Il comporte au moins un composant non linéaire (éclateur, varistance ou diode Zener). Il peut être conçu pour éviter les étincelles dangereuses (parafoudres d'équipotentialité) ou pour assurer une protection contre les surtensions induites (parasurtenseurs). Les parafoudres les plus courants sont de type 2.

Parafoudre Type 1 : Ce parafoudre de type 1 est utilisé pour réduire la différence de potentiel entre le système de protection contre la foudre et l'installation électrique lors de l'écoulement du courant de foudre du paratonnerre de l'installation. Ce type de parafoudre subit un test spécifique de classe 1 comportant un essai supplémentaire en onde 10/350µs par rapport aux parafoudre de type 2.

Courant de choc limp : C'est le courant de choc, généralement de forme d'onde 10/350µs, utilisé pour le test de classe 1 caractérisant les parafoudres de Type 1. Les parafoudres de Type 1 sont destinés à être installés dans les bâtiments équipés de paratonnerre. La valeur minimale de limp est 12,5 kA suivant NFC15-100.

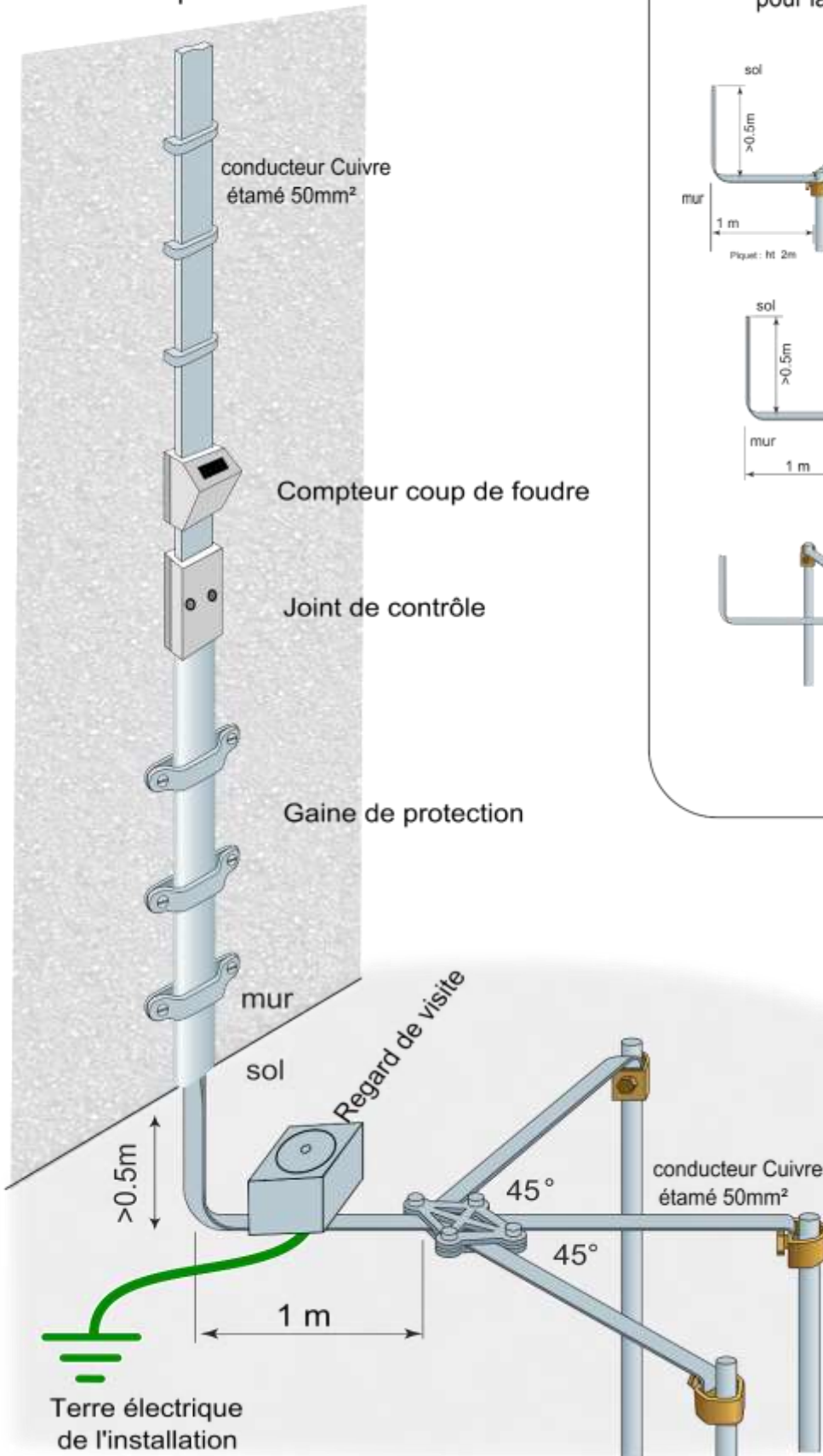
10 DOCUMENTS ANNEXES

10.1 Plan du SPF

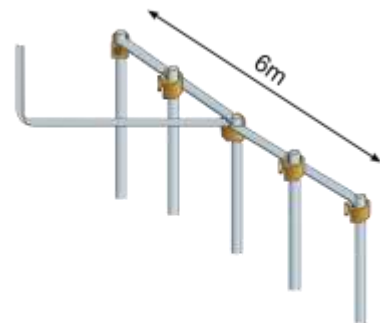
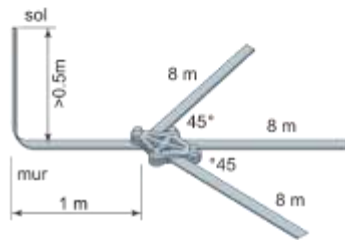
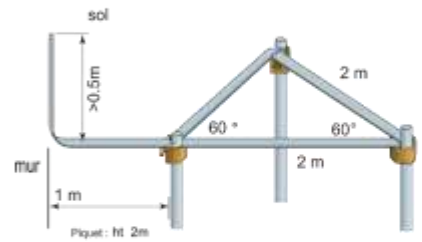


10.2 Configuration générale d'une prise de terre paratonnerre

Configuration classique :
descente prise de terre

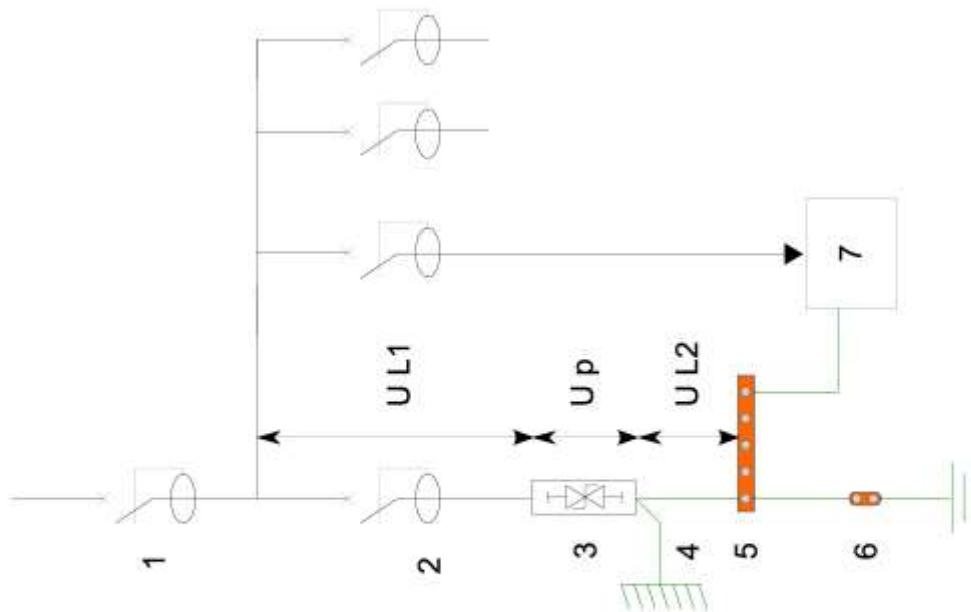


Configurations alternatives
pour la prise de terre



10.3 Câblage de parafoudres

protection parafoudre □ Règle des 50cm



- 1 - Disjoncteur de tête
- 2 - Disjoncteur du parafoudre Fusadée
- 4 - Liaisons à la terre et aux plans de masse
- 5 - Barre collectrice des masses du tableau
- 6 - Barrette de coupure du circuit de terre
- 7 - Appareil sensible raccordé au tableau

UL1 - Surtension qui apparaît sur les fils de câblage amont - dont déconnecteur.

Up - Surtension aux bornes du parafoudre

UL2 - Surtension entre la borne de terre du parafoudre et le collecteur des masses

L'appareil sensible sera soumis à U L1 + Up + U L2

Règle des 50cm

Pour limiter les tensions U L1 et U L2, la norme demande que la longueur des liaisons amont et aval du parafoudre soient les plus courtes possible. En dessous de 50cm, on peut négliger les effets de UL1 et UL2, au delà un calcul prenant en compte la tension de protection du parafoudre peut être nécessaire.

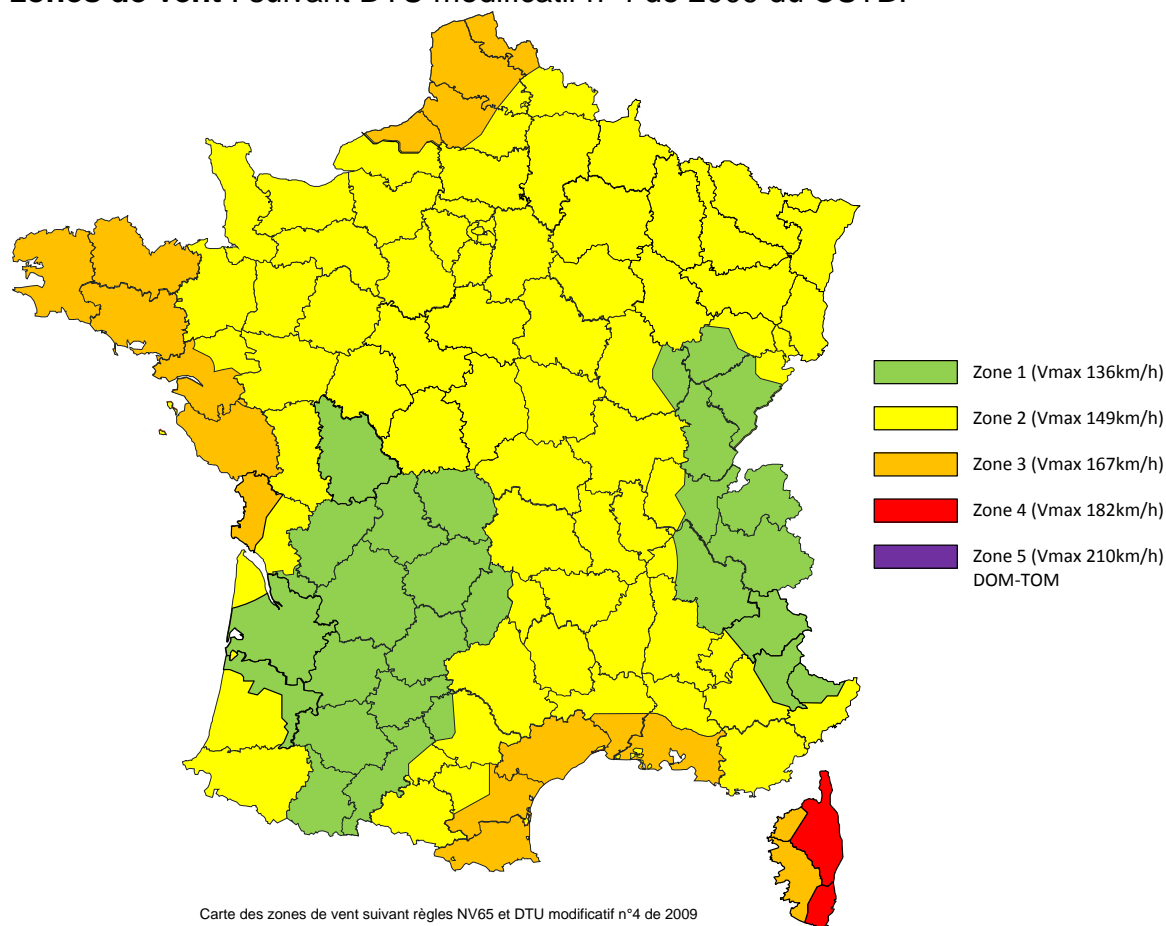


ADEE electronic

diapo_schéma_regle_50cm.pdf

10.4 Indications pour la tenue au vent des pointes et mâts de fixation des paratonnerres

Les zones de vent : suivant DTU modificatif n°4 de 2009 du CSTB.



Type de sites : les sites protégés, normaux ou exposés sont généralement décrits comme suit :

- site protégé : fond de vallée bordée de collines sur tout son pourtour ou site urbain dense ;
- site normal : plaine de grande étendue avec des dénivellations peu importantes, de pente inférieure à 10 %.
- site exposé : littoral en général sur une profondeur de 6 km, sommet des falaises, îles ou presqu'îles étroites, vallées étroites.

Cas du site CAILLOT

La vitesse de vent à retenir pour un calcul de tenue au vent d'un ensemble paratonnerre/mât/fixation est de 149 km/h