



333 cours du 3^{ème} Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France
Bâtiment Le Pôle – 2^{ème} étage
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com

8 rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02
info@rg-consultant.com - www.rg-consultant.com



ANALYSE DU RISQUE FOUDRE SELON NF EN 62305-2

CORIANCE - CHAUFFERIE BIOMASSE SAINT-GENIS-LAVAL (69)

CORIANCE - CHAUFFERIE BIOMASSE SAINT-GENIS-LAVAL (69)

Référence document

RGC 30 908

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre du projet de chaufferie biomasse **CORIANCE** sur la commune de **SAINT-GENIS-LAVAL** dans le département du **Rhône (69)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **ECORCE** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Julien TISON Société : RG CONSULTANT Date : 01/10/2024 Visa 	Nom : Martin GOIFFON Société : RG CONSULTANT Date : 03/10/2024 Visa 	A

DIFFUSION :

ECORCE ICPE Conseil Espace 193 193 rue Marcel Mérieux 69 007 Lyon	RG CONSULTANT 333 cours du 3ème Millénaire 69800 SAINT-PRIEST Bâtiment Le Pôle – 2ème étage Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 info@rg-consultant.com www.rg-consultant.com
---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 30 908	01/10/2024	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR ECORCE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Dossier de demande d'enregistrement d'octobre 2024
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	Dossier de demande d'enregistrement d'octobre 2024
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Oui	Dossier de demande d'enregistrement d'octobre 2024
Plans des réseaux enterrés : HT, BT, CFA, canalisations	Oui	Plan des réseaux
Plans des réseaux enterrés : terre et équipotentialité	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	26/09/2024
Plan d'implantation chaufferie	Oui	28/07/2023
Plan Rez-de-chaussée	Oui	26/09/2024
Plan de coupe	Oui	26/09/2024
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Non	

Tableau 1 : Liste des documents

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **ECORCE**, commanditaire de cette étude. En conséquence, la responsabilité de RG Consultant ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations fournies se révèlent incomplètes ou inexactes,
- Certaines installations ou process ne nous ont pas été présentés,
- La présentation de l'entreprise est effectuée dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement,
- Des changements majeurs sont effectués postérieurement à la rédaction de ce document.

Enfin, il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	6
1.1 OBJET	6
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	7
2.1 GENERALITES.....	7
2.2 PERSONNEL SUR SITE	9
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	9
2.3.1 Réseau Normal.....	9
2.3.2 Réseau Secouru	9
2.3.3 Réseau Ondulé	9
2.3.4 Réseau photovoltaïque	9
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	9
2.5 PROTECTION INCENDIE	10
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	10
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE	10
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	10
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	11
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	11
3.2 NORMES DE REFERENCES	11
4. MÉTHODOLOGIE.....	12
4.1 PRESENTATION GENERALE	12
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	13
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	13
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	16
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES.....	16
5.2 POTENTIELS DE DANGER.....	16
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	17
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS.....	18
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	19
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE FOUDRE.....	19
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE	20
6.1 DONNEES GENERALES.....	20
6.2 CHAUFFERIE BIOMASSE	21
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	21
6.2.2 Données et caractéristiques des services	22
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	23
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	27
7. SYNTHESE	30

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre de la création d'une chaufferie biomasse de la société **CORIANCE** basée sur la commune de **SAINT-GENIS-LAVAL (69)**, une Analyse de Risque Foudre est réalisée.

Le site est soumis à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et est donc concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

Ce document présente les résultats de cette Analyse de Risque Foudre (ARF) conforme à la norme NF EN 62305-2.

L'Étude Technique ultérieure permettra de définir précisément les solutions de protection contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

2.1 Généralités

La chaufferie de Saint-Genis-Laval sera principalement constituée des installations suivantes :

- Stockage biomasse (silo et fosses),
- Locaux techniques,
- Local hydraulique,
- Ballons d'hydro-accumulation,
- Chaufferie bois,
- Chaufferie gaz,
- Local urée,
- Stockage de cendres,
- Bassin d'orage,
- Ponts bascules,
- Aires de stationnement,
- Borne électrique,
- Panneaux photovoltaïques
- Espaces verts.



2.2 Personnel sur site

L'effectif du site sera de l'ordre de 7 personnes.

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

Le projet sera alimenté en HTA depuis un transformateur existant en bordure de site vers le poste de transformation de la chaufferie. Le régime de neutre n'est pas défini à ce stade du projet.

2.3.2 Réseau Secouru

Le site sera dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

2.3.3 Réseau Ondulé

La chaufferie disposera d'un réseau ondulé sécurisant une partie des installations électriques du site et notamment l'informatique.

2.3.4 Réseau photovoltaïque

Le plan d'implantation des panneaux PV en toiture des bâtiments est repris ci-dessous.

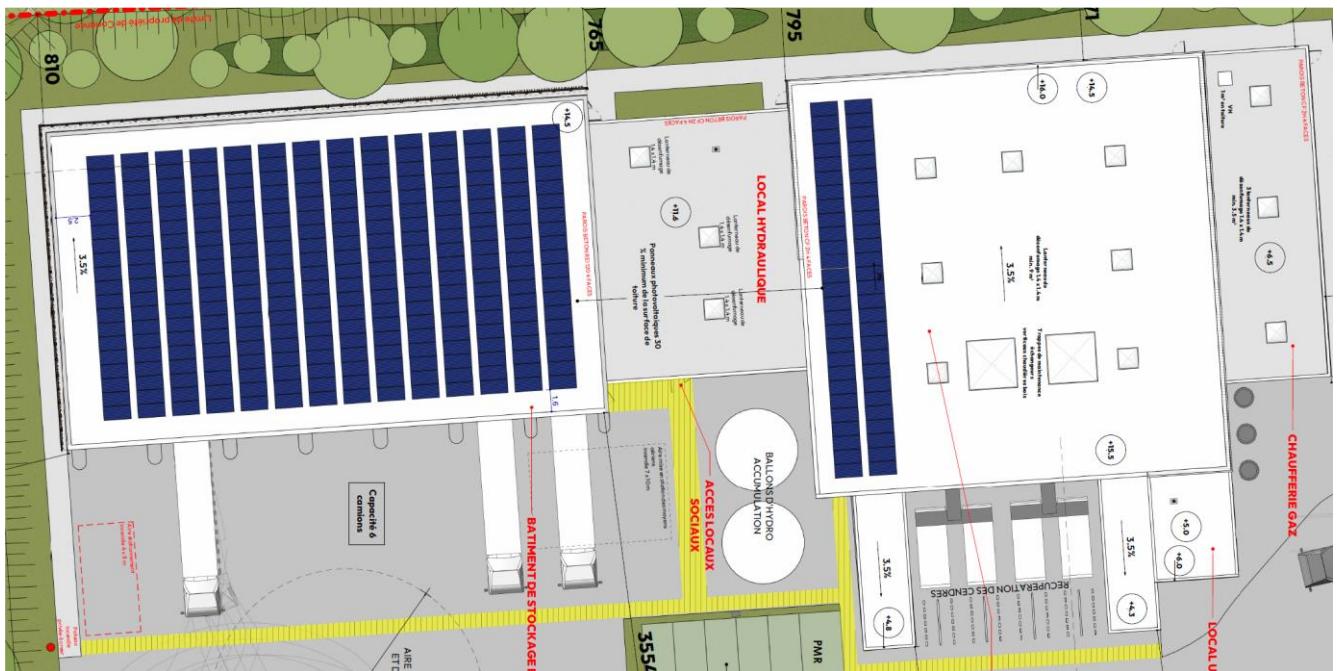


Figure 2: Plan d'implantation des panneaux PV en toiture

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Nous considérons que la chaufferie sera raccordée au réseau Télécom ORANGE via une ligne en cuivre.

2.5 Protection incendie

Le site sera doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs,
- RIA,
- Poteaux incendie,
- Centrale de détection incendie.

2.6 Mise à la terre des installations

La nature et la section du réseau de terre ne sont pas définies à ce stade du projet.

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Chaufferie	Arrivée HTA	100	ENEDIS	Souterrain
	Alimentation borne électrique	100	Borne électrique	Souterrain
	Alimentation éclairages extérieurs	100	Eclairages extérieurs	Souterrain
	Alimentation portail	100	Borne électrique	Souterrain
	Alimentation pont bascule	50	Pont bascule	Souterrain
	Alimentation séparateur hydrocarbures	50	Séparateur hydrocarbures	Souterrain
	Télécom	100	ORANGE	Souterrain

Tableau 2 : Réseaux

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que $L_c = 1000$ m.

2.8 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature
Chaufferie	Canalisation AEP	A déterminer
	Canalisation gaz	A déterminer
	Canalisations eau incendie	A déterminer
	Canalisations réseau de chaleur	A déterminer
	Canalisations eaux usées	A déterminer
	Canalisations eaux pluviales	A déterminer
	Canalisations RIA	A déterminer
	Canalisations CVC	A déterminer

Source : Selon plan des réseaux et retour d'expérience

Tableau 3 : Canalisations

3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010.

3.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – Novembre 2013 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – Décembre 2012 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque » distingue trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre :

- D1: blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas ;
- D2: dommages physiques (incendies, explosions, destructions mécaniques, émanations - chimiques) dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses ;
- D3: défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique de foudre.

Chaque type de dommage peut entraîner des pertes différentes dans la structure à protéger. Les types de pertes dépendent des caractéristiques de la structure et de son contenu. 4 types de pertes sont pris en considération :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
R1	Perte de vie humaine	<	0,00001
R2	Perte de service public	<	0,001
R3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
R4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

Tableau 4 : Différents types de pertes

L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

L'Analyse du Risque Foudre n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

L'Analyse du Risque Foudre ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car les mesures de prévention et les dispositifs de protection ne sont pas encore définis lors de cette étape.

L'Analyse du risque foudre objet de ce document se conformera au plan suivant :

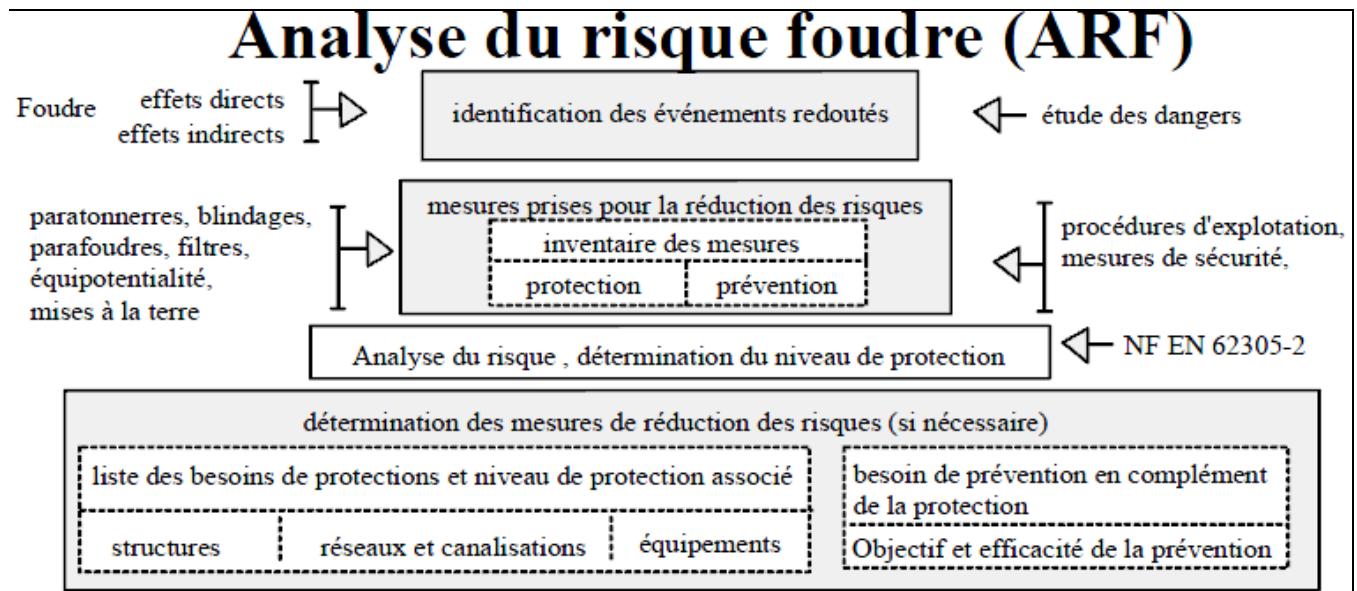


Figure 3: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

4.2 Limite de l'A.R.F

Dans le cadre réglementaire de l'arrêté, seul le risque R1 (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié.

En effet :

- Le risque R2 est lié à la perte inacceptable de service public ; or aucun service public n'est touché par la dégradation éventuelle des installations concernées,
 - Le risque R3 est lié à la perte d'éléments irremplaçables du patrimoine culturel ; il est habituellement évalué dans le cas de musées, d'églises ou de monuments historiques ; son intérêt n'est pas à retenir ici,
 - Le risque R4 est lié à la perte économique ; il n'est pas pris en compte dans le cadre de cette analyse.

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W , R_Z appropriés, voir explication ci-dessous.

(*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine.

Chaque composante de risque R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W et R_Z , peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

Où

N désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre

P est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages

L est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
Impact sur la structure (S1)	R_A	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas
	R_B	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R_C	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité de la structure (S2)	R_M	Défaillances des réseaux internes
	R_U	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	R_V	Dommages physiques (incendie ou explosion)
Impact sur un service connecté à la structure (S3)	R_W	Défaillances des réseaux internes
	R_Z	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)		

Tableau 5 : Natures du risque

- Acceptabilité du risque

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable (R_T) à 10^{-5} . Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Si $R_1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire R_C afin qu'il soit $\leq R_T$.

Si $R_1 \leq R_T$

→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

- Mesures de réduction des risques

Les mesures de protection pour réduire les risques sont les suivantes :

Type de dommages	Mesures
Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)	<ul style="list-style-type: none">- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés- Equipotentialité par un réseau de terre maillé- Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
Dommages physiques (D2)	<ul style="list-style-type: none">- Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)
Défaillances des réseaux internes (D3)	<ul style="list-style-type: none">- Ecrantage du câblage- Ecran magnétique- Cheminement des réseaux- Parafoudres associés ou coordonnés- Equipotentialité et mise à la terre

Tableau 6 : Mesures de protection pour réduire le risque

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

5.1 Situations réglementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont les suivantes :

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
2910-A	Combustion	Enregistrement
2921-2	Récupération de la chaleur par dispersion d'eau dans des fumées émises à l'atmosphère	Déclaration avec Contrôle Périodique
1532-2	Stockage de bois ou de matériaux combustibles analogues	Déclaration

Tableau 7 : Rubriques ICPE de la plateforme H2

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

5.2 Potentiels de danger

Nous estimons qu'en raison des activités, les potentiels de dangers redoutés sont les suivants :

- Chaufferie :

Phénomène dangereux redoutés	Application	Paramètre (Lfe)
Effets de surpression associés à l'explosion d'une substance	Oui	Surpression restant dans les limites du site
Inflammation d'un nuage de gaz en champ libre (UVCE) ou dans une zone encombrée (VCE),	Oui	Surpression restant dans les limites du site
Effets thermiques en cas de rupture ou fuite sur une canalisation calorifique ou sous pression	Non	Sans objet
Contamination de l'environnement par incendie, déversement ou combustion de produit chimique	Non	Sans objet
Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimique	Non	Sans objet
Incendie	Oui	Effets thermiques restants dans les limites du site
Une perte du réseau CVC	Non	Sans objet
Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Oui	Sans objet
Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non	Sans objet

Tableau 8 : Phénomènes redoutés

5.3 Zones à risques d'explosion

Aucune zone ATEX Z0 ou Z20 ne peut être rencontrée à l'extérieur des installations et directement impactable par la foudre ou est confinée dans une enveloppe métallique d'épaisseur conforme à la norme 62305-3. Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

Suivant la norme NF EN 62 305, pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 1 ou 21 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie élevé.

Suivant la norme NF EN 62 305, pour un risque d'explosion lié à une zone ATEX 2 ou 20 en accord avec la réglementation, le risque retenu est un risque d'incendie faible, sauf si la charge calorifique du bâtiment, indique un risque d'incendie supérieur.

5.4 Evénements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

- **Faire exploser ou enflammer** des produits inflammables,
- **Perforer ou échauffer** des matériaux conducteurs,
- **Faire exploser** (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques.

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz

Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosives externes.

Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques

Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm²) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes.

Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosives ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosives ou inflammables.

Etincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux

Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosive ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.

Percement de conteneur ou de canalisation

Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion.

Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.

Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment

Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.

Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment

Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosive ou inflammable.

Surtensions électriques par effets directs ou indirects

Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche.

Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosive.

Effets sur les personnes

Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité.

Il est dans tous les cas aggravants.

Tableau 9 : Interaction foudre/équipements

5.5 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
RIA	Non
Surpresseur RIA	Oui (si concerné)
Centrale de détection incendie	Oui sauf si sécurité positive
Centrale de détection gaz	Oui sauf si sécurité positive
Report d'alarmes	Oui

Tableau 10 : Liste des équipements de sécurité

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

5.6 Installations à prendre en compte dans l'analyse de risque foudre

En fonction de leurs tailles et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Chaufferie	X	
Cheminées chaufferie		X

Tableau 11 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe¹ :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.

Par conséquent, quelle que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **Important Pour la Sécurité**, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs, ...) cette méthode est choisie.

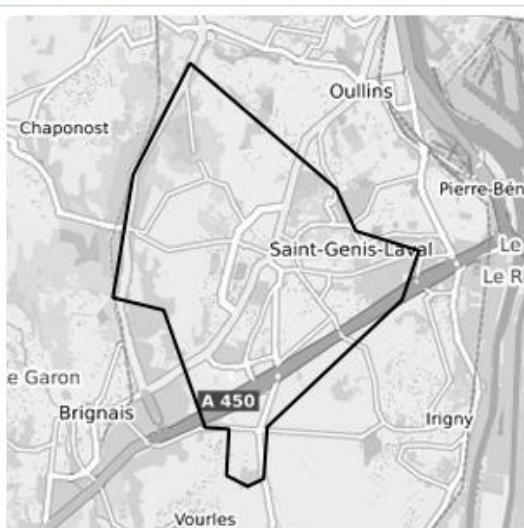
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de SAINT-GENIS-LAVAL (69) données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = 1,72 (coups de foudre / km² / an)

Tableau 12 : Données pour le calcul du risque foudre

Résumé



Ville :
SAINT-GENIS-LAVAL (69204)

Superficie :
13,05 km²

Période d'analyse :
1 janvier 2014 - 31 décembre 2023

Statistiques du foudroiement

→ N_{SG} : 1,72 impacts/km²/an



Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [1,52 - 1,97].

→ Nombre de jours d'orage : 14 jours par an

Figure 4: Nsg suivant la carte de Météorage

6.2 Chaufferie biomasse**6.2.1 Données et caractéristiques de la structure**

Paramètres / Facteurs	Symbol	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	L x W x H _b	40 x 25 x 16 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	2,15E+04 m ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{S1}	1	Aucun blindage

Tableau 13 : Données et caractéristiques de la structure**Justification des paramètres encodés****Paramètre C_{d/b} (facteur d'emplacement)**

Présence de structures ou d'arbres de hauteur inférieur à proximité, dans un rayon égal à 3 fois la hauteur du bâtiment étudié.

Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre PB (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{S1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	L _a x W _a x H _a	C _i	C _e	U _w	K _{s3}	P _{SPD}
1	Arrivée HTA	100	3 x 3 x 3 m	0,5	0,1	6kV	0,01	1
2	Alimentation borne électrique	100	-	0,5	0,1	2,5kV	0,01	1
3	Alimentation éclairages extérieurs	100	-	0,5	0,1	2,5kV	0,01	1
4	Alimentation portail	100	-	0,5	0,1	2,5kV	0,01	1
5	Alimentation pont bascule	50	-	0,5	0,1	2,5kV	0,01	1
6	Alimentation séparateur hydrocarbures	50	-	0,5	0,1	2,5kV	0,01	1
7	Télécom	100		0,5	0,1	1,5kV	0,01	1

Tableau 14 : Données et caractéristiques des services

Nota : Les lignes étudiées correspondent à la zone de l'analyse de risque foudre.

Justification des paramètres encodés**Paramètre L_c (Longueur de la section du service)**

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Paramètres L_a, W_a, H_a (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_i (facteur d'installation de la ligne)

Les lignes sont enterrées, nous indiquons la valeur 0,5.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le bâtiment se situe en zone urbaine avec des bâtiments d'une hauteur comprise entre 10m et 20m. Nous indiquons la valeur = 0,1 – zone urbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 6kV pour les lignes d'alimentation HT, 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance et de communication, nous choisissons la valeur K_{s3} = 0,01 car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbol	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	0,02	Site Industriel
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque Faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)	L_0	0	SO
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure	t_e	0,25	Personnes travaillant sur le site
Risque environnemental	LFE	0,25	Surpression restant dans les limites du site

Tableau 15 : Données et caractéristiques de la zone**Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)**

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact $k\Omega^1$	r_a / r_u
Agricole, béton	≤ 1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥ 100	10^{-5}

(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm^2 comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.Tableau 16 : Paramètre r_a / r_u

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)
Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)
Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre rp (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)
Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre rf (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » en raison du pouvoir calorifique élevé du stockage de biomasse. La valeur est = 0,1.

Ce tableau, issu de la norme NF EN 62 305-2, est donné à titre indicatif afin de connaître les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produits stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m ²	400MJ/m ² < <800MJ/m ²	>800MJ/m ²

Tableau 17 : Paramètre rf

Paramètre Lf (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Type de Structure	Lf
Bâtiment agricole, Ensemble d'appartements, Grande Maison, Hôpital, Hôtel, Nurserie / Jardin d'enfants, Poste de Police et Dépôt d'ambulances, Prison, Risque d'explosion.	0,1
Bâtiment d'Aéroport, Gare.	0,075
Accueil de Loisirs.	0,067
Boutique / Ensemble de Boutiques, Cathédrale, Lieu de Culte, Musée, Stade compris ceux accueillant des concerts, Théâtre.	0,05
Bâtiment Commercial/Ensemble de bureaux, Grand magasin/Grandes surface, Stockage Industriel, Université.	0,042
Equipement GSM, Ruines classées.	0,04
Bâtiment gazier, Bâtiment médical, Bâtiment recevant du public, Bâtiment télécom, Centre commercial, Ecole, Traitement des eaux.	0,033
Site industriel (Cas général. Applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,02
Autres bâtiments et structures	0,01
Site industriel (Structure comprenant de nombreux éléments métalliques comme des tuyaux ou éléments structurels, permettant au courant de foudre de se disperser sans causer de larges dommages. Applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,005
Site Industriel (structure en béton armé ou avec surface métallique conforme au tableau 3 de la 62305-3), quand le dommage au point d'impact reste limité et ne crée pas de dommage additionnel, applicable hors zones explosives, ou quand le risque d'explosion est confiné dans un container métallique d'épaisseur conforme au tableau 3 de la 62305-3 sans pénétration de service dans le container ou quand les services restent à plus de 3 m de la zone explosive ouverte ou non)	0,001

Tableau 18 : Paramètre Lf

Paramètre h_z (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10

Tableau 19 : Paramètre h_z **Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)**

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur $Lo = 0$.

Paramètre L_{FE} (pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure)

Le L_{FE} est le pourcentage moyen de victimes blessées par dommages physiques à l'extérieur de la structure. Le calcul de ces pertes est basé sur la connaissance des paramètres : L_{FE} et de t_e ; t_e est la durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure en utilisant les formules suivantes :

$$LBE = LVE = rf \times rp \times LFE \times t_e / 8\,760$$

$$LCE = LME = LWE = LZE = rf \times rp \times (LFE/10) \times t_e / 8\,760$$

Lorsque la durée t_e n'est pas connue, utiliser le tableau suivant :

TYPE D'ENVIRONNEMENT	$t_e / 8\,760$
Voies navigables	0,1
Utilisation temporaire	0,1
Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0,25
Voies ferrées	0,25
Terrain non bâti et zones peu fréquentées champs, prairies, forêts, terrains vagues, marais, jardins horticoles, jardins, vignes, zones de pêche, gare de marchandises et de triage...)	0,25
Présence de public	0,5
Zones fréquentées et très fréquentées (parking, parcs, zone de baignade surveillée, terrains de sport, etc.)	0,5
Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas en général du public)	0,75
Chemins et chemins piétonniers	0,75
Site avec rondiers ou fonctionnement du site avec plus d'une équipe (2x8 ou 3x8)	1
Résidences	1
Voies de circulation automobiles (départementales, nationales, voies rapides, périphériques et autoroutes)	1

Tableau 20 : Tableau $t_e/8760$ suivant note Qualifoudre n° 4

Lorsque le risque environnemental hors de la structure est connu, prendre l'un des scénarios majorant suivant :

RISQUE ENVIRONNEMENTAL Scénarios	VALEURS DE L_{FE}	
	restant dans les limites du site	sortant des limites du site
Explosion et surpression	la surpression > 50 hPa	0.25
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m ²	0.05
Fumées toxiques (1)		0.1
Pollution du sol (1)		0.1
Pollution de l'eau (1)		0.25 (2)
Matière radioactive (1), (3), (4)		0.5

Note 1 : En cas d'utilisation d'une détection d'orage caractérisée par une efficacité PTWS, les valeurs de L_{FE} dans les limites du site sont multipliées par (1 – PTWS) dans la mesure où une procédure associée existe et permet la mise en sécurité des personnes dans l'enceinte du site.

Note 2 : le bris de vitres (explosion avec effet limité) sont exclus de cette analyse et doivent être traités, si nécessaire, par des mesures de protection adaptées.

- (1) Ces valeurs maximales peuvent être réduites en se basant sur la quantité de polluant, le danger de celui-ci et la sensibilité de l'environnement.
- (2) Uniquement si la pollution peut atteindre la nappe phréatique, les cours d'eaux ou des mers et océans.
- (3) Ceci peut ne pas être applicable quand une étude spécifique incluant tous les scénarios a été réalisée. C'est le cas par exemple des centrales nucléaires, pour lesquelles des études spécifiques sont réalisées et rendent la méthode ci-dessus inutile.
- (4) Ceci n'est pas applicable aux sources scellées (par exemple utilisées dans les hôpitaux, les équipements de mesures ou les appareils médicaux).

Tableau 21 : Paramètre LFE suivant note Qualifoudre n° 4

6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Chaufferie biomasse	1,04 E ⁻⁴	>	1 x 10 ⁻⁵

Figure 5: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

La chaufferie biomasse n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse avec protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Chaufferie biomasse	$9,80 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



Figure 6: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

La Chaufferie biomasse a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_b** et **R_v**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	<i>R_A</i>	<i>R_B</i>	<i>R_C</i>	<i>R_M</i>	<i>R_U</i>	<i>R_V</i>	<i>R_W</i>	<i>R_Z</i>
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Tableau 22 : Choix des protections foudre

Afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable, il faut mettre en place :

- **Un système de protection contre la foudre SPF de niveau III pour les effets directs (protection externe sur la structure).**
- **Un système de protection contre les effets indirects de la foudre de :**
 - **Niveau II pour les lignes de puissance,**
 - **Niveau II pour les lignes de communication.**

7. SYNTHESE

Cette Analyse de Risque Foudre a permis d'évaluer les risques et de déterminer les niveaux de protection à mettre en œuvre.

- Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
<i>Chaufferie biomasse</i>	Protection de niveau III	Protection de niveau II sur l'alimentation BT : TGBT, départs BT extérieurs (borne, éclairages, portail, pont bascule, séparateur)
		Protection de niveau II sur les courants faibles : Télécom
<i>Cheminées chaufferie</i>	Protection de niveau I	Protection de niveau I sur les lignes BT
		Protection de niveau I sur les réseaux CFA

Tableau 23: Synthèse des protections foudre

- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) suivantes sont à protéger :

Structure	Organes de sécurité
<i>Chaufferie</i>	Surpresseur RIA
	Centrale de détection incendie
	Centrale de détection gaz
	Report d'alarmes

Tableau 24: Synthèse des MMR

- Des liaisons équipotentielle sont à prévoir pour les canalisations suivantes :

Zone	Nom
<i>Chaufferie</i>	Canalisation AEP
	Canalisation gaz
	Canalisations eau incendie
	Canalisations réseau de chaleur
	Canalisations eaux usées
	Canalisations eaux pluviales
	Canalisations RIA
	Canalisations CVC

Tableau 25: Synthèse des liaisons équipotentielle à prévoir

Prévention : L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'un système de détection d'orages. Néanmoins, à l'approche d'un orage, les manutentions extérieures, l'accès en toiture doivent être interdits ainsi que les interventions sur le réseau électrique et la présence de personnes à proximité des éventuelles descentes de paratonnerres. Cette prévention devra faire l'objet d'une information auprès du personnel et des sociétés extérieures au site, sur les risques de foudroyement direct et indirect.

L'Étude Technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects nécessaires. Elle apportera également des conseils vis-à-vis de la démarche de prévention.

NOTA :

« *Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, structures et des hommes* ».

ANNEXE 1**Analyse du Risque Foudre****NF EN 62305-2**

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel PROTECRISK 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

Évaluation des risques

Sélection des mesures de protection

Structure Chaufferie

Détails du risque R1

R1 = 9.80E-6

----- Ra -----

Ra = 1.85E-7

Nd = 1.85E-2

Ng = 1.72E+

Ad = 2.15E+4

L = 9.00E+1

W = 3.00E+1

H = 1.60E+1

Cd = 5.00E-1

Pa = 1.00E-1

Pta = 1.00E+

Pb = 1.00E-1

La_Lu = 1.00E-4

rt = 1.00E-2

Lt = 1.00E-2

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Rb -----

Rb = 9.46E-6

Nd = 1.85E-2

Ng = 1.72E+

Ad = 2.15E+4

L = 9.00E+1

W = 3.00E+1

H = 1.60E+1

Cd = 5.00E-1

Pb = 1.00E-1

Lbt_Lvt = 5.13E-3

Lb_Lv = 2.00E-3

rp = 5.00E-1

rf = 1.00E-1

hz = 2.00E+

Lf1 = 2.00E-2

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

Lbe_Lve = 3.13E-3

rp = 5.00E-1

rf = 1.00E-1

lfe = 2.50E-1

te/8760 = 2.50E-1

----- Rc -----

Rc = 0.00E+

Nd = 1.85E-2

Ng = 1.72E+

Ad = 2.15E+4

L = 9.00E+1

W = 3.00E+1

H = 1.60E+1

Cd = 5.00E-1

Pc = 1.00E+

Pc_HTA = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Pc_Pont = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Pc_Separateur = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Pc_Borne = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Pc_ECL = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Pc_Telecom = 1.00E+

Pparafoudre = 1.00E+

Cld = 1.00E+

Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+

Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+

Lo1 = 0.00E+

nz = 0.00E+

nt = 8.76E+3

tz = 0.00E+

----- Rm -----

Rm = 0.00E+

Nm = 1.56E+

Ng = 1.72E+

Am = 9.05E+5

L = 9.00E+1

W = 3.00E+1

Pm = 1.27E-4

Pm_HTA = 2.78E-6

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 2.78E-6

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_ECL = 1.60E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_Portail = 1.60E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_Separateur = 1.60E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_Borne = 1.60E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_ECL = 1.60E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 1.60E-5

Ks1 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks2 = 1.00E+

wm = 0.00E+

Ks3 = 1.00E-2

Ks4 = 4.00E-1

Uw = 2.50E+

Pm_Telecom = 4.44E-5

Pparafoudre = 1.00E+

Pms = 4.44E-5

Ks1 = 1.00E+

```

wm = 0.00E+
Ks2 = 1.00E+
wm = 0.00E+
Ks3 = 1.00E-2
Ks4 = 6.67E-1
Uw = 1.50E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
----- Ru -----
Ru = 2.95E-9
Ru = 2.01E-1
NI = 6.88E-5
Ng = 1.72E+
Al = 4.00E+3
Li = 1.00E+2
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 2.00E-1
Ndj = 3.19E-5
Ng = 1.72E+
Adj = 3.71E+2
Lj = 3.00E+
Wj = 3.00E+
Hj = 3.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 2.00E-1
Pu = 2.00E-2
Ptu = 1.00E+
Peb = 2.00E-2
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
La_Lu = 1.00E-4
rt = 1.00E-2
Lt = 1.00E-2
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Ru = 3.44E-1
NI = 1.72E-4
Ng = 1.72E+
Al = 2.00E+3
Li = 5.00E+1
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 1.72E+
Adj = 0.00E+
Lj = 0.00E+
Wj = 0.00E+
Hj = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 1.00E+

```

$Pu = 2.00E-2$
 $Ptu = 1.00E+$
 $Peb = 2.00E-2$
 $Pld = 1.00E+$
 $Cld = 1.00E+$
 $La_Lu = 1.00E-4$
 $rt = 1.00E-2$
 $Lt = 1.00E-2$
 $nz = 0.00E+$
 $nt = 8.76E+3$
 $tz = 0.00E+$
 $Ru = 6.88E-1$
 $NI = 3.44E-4$
 $Ng = 1.72E+$
 $AI = 4.00E+3$
 $LI = 1.00E+2$
 $Ci = 5.00E-1$
 $Ce = 1.00E-1$
 $Ct = 1.00E+$
 $Ndj = 0.00E+$
 $Ng = 1.72E+$
 $Adj = 0.00E+$
 $Lj = 0.00E+$
 $Wj = 0.00E+$
 $Hj = 0.00E+$
 $Cdj = 2.50E-1$
 $Ct = 1.00E+$
 $Pu = 2.00E-2$
 $Ptu = 1.00E+$
 $Peb = 2.00E-2$
 $Pld = 1.00E+$
 $Cld = 1.00E+$
 $La_Lu = 1.00E-4$
 $rt = 1.00E-2$
 $Lt = 1.00E-2$
 $nz = 0.00E+$
 $nt = 8.76E+3$
 $tz = 0.00E+$
 $Ru = 3.44E-1$
 $NI = 1.72E-4$
 $Ng = 1.72E+$
 $AI = 2.00E+3$
 $LI = 5.00E+1$
 $Ci = 5.00E-1$
 $Ce = 1.00E-1$
 $Ct = 1.00E+$
 $Ndj = 0.00E+$
 $Ng = 1.72E+$
 $Adj = 0.00E+$
 $Lj = 0.00E+$
 $Wj = 0.00E+$
 $Hj = 0.00E+$
 $Cdj = 2.50E-1$
 $Ct = 1.00E+$
 $Pu = 2.00E-2$
 $Ptu = 1.00E+$
 $Peb = 2.00E-2$

```

Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
La_Lu = 1.00E-4
rt = 1.00E-2
Lt = 1.00E-2
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Ru = 3.44E-1
NI = 1.72E-4
Ng = 1.72E+
Al = 2.00E+3
LI = 5.00E+1
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 1.72E+
Adj = 0.00E+
Lj = 0.00E+
Wj = 0.00E+
Hj = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 1.00E+
Pu = 2.00E-2
Ptu = 1.00E+
Peb = 2.00E-2
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
La_Lu = 1.00E-4
rt = 1.00E-2
Lt = 1.00E-2
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Ru = 3.44E-1
NI = 1.72E-4
Ng = 1.72E+
Al = 2.00E+3
LI = 5.00E+1
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 1.72E+
Adj = 0.00E+
Lj = 0.00E+
Wj = 0.00E+
Hj = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 1.00E+
Pu = 2.00E-2
Ptu = 1.00E+
Peb = 2.00E-2
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
La_Lu = 1.00E-4

```

rt = 1.00E-2	rf = 1.00E-1	Wj = 0.00E+
Lt = 1.00E-2	hz = 2.00E+	Hj = 0.00E+
nz = 0.00E+	Lf1 = 2.00E-2	Cdj = 2.50E-1
nt = 8.76E+3	nz = 0.00E+	Ct = 1.00E+
tz = 0.00E+	nt = 8.76E+3	Pv = 2.00E-2
Ru = 6.88E-1	tz = 0.00E+	Peb = 2.00E-2
NI = 3.44E-4	Lbe_Lve = 3.13E-3	Pld = 1.00E+
Ng = 1.72E+	rp = 5.00E-1	Cld = 1.00E+
Al = 4.00E+3	rf = 1.00E-1	Lbt_Lvt = 5.13E-3
Li = 1.00E+2	lfe = 2.50E-1	Lb_Lv = 2.00E-3
Ci = 5.00E-1	te/8760 = 2.50E-1	rp = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1	Rv = 1.76E-8	rf = 1.00E-1
Ct = 1.00E+	NI = 1.72E-4	hz = 2.00E+
Ndj = 0.00E+	Ng = 1.72E+	Lf1 = 2.00E-2
Ng = 1.72E+	Al = 2.00E+3	nz = 0.00E+
Adj = 0.00E+	Li = 5.00E+1	nt = 8.76E+3
Lj = 0.00E+	Ci = 5.00E-1	tz = 0.00E+
Wj = 0.00E+	Ce = 1.00E-1	Lbe_Lve = 3.13E-3
Hj = 0.00E+	Ct = 1.00E+	rp = 5.00E-1
Cdj = 2.50E-1	Ndj = 0.00E+	rf = 1.00E-1
Ct = 1.00E+	Ng = 1.72E+	lfe = 2.50E-1
Pu = 2.00E-2	Adj = 0.00E+	te/8760 = 2.50E-1
Ptu = 1.00E+	Lj = 0.00E+	Rv = 1.76E-8
Peb = 2.00E-2	Wj = 0.00E+	NI = 1.72E-4
Pld = 1.00E+	Hj = 0.00E+	Ng = 1.72E+
Cld = 1.00E+	Cdj = 2.50E-1	Al = 2.00E+3
La_Lu = 1.00E-4	Ct = 1.00E+	Li = 5.00E+1
rt = 1.00E-2	Pv = 2.00E-2	Ci = 5.00E-1
Lt = 1.00E-2	Peb = 2.00E-2	Ce = 1.00E-1
nz = 0.00E+	Pld = 1.00E+	Ct = 1.00E+
nt = 8.76E+3	Cld = 1.00E+	Ndj = 0.00E+
tz = 0.00E+	Lbt_Lvt = 5.13E-3	Ng = 1.72E+
----- Rv -----		
Rv = 1.51E-7	Lb_Lv = 2.00E-3	Adj = 0.00E+
Rv = 1.03E-8	rp = 5.00E-1	Lj = 0.00E+
NI = 6.88E-5	rf = 1.00E-1	Wj = 0.00E+
Ng = 1.72E+	hz = 2.00E+	Hj = 0.00E+
Al = 4.00E+3	Lf1 = 2.00E-2	Cdj = 2.50E-1
Li = 1.00E+2	nz = 0.00E+	Ct = 1.00E+
Ci = 5.00E-1	nt = 8.76E+3	Pv = 2.00E-2
Ce = 1.00E-1	tz = 0.00E+	Peb = 2.00E-2
Ct = 2.00E-1	Lbe_Lve = 3.13E-3	Pld = 1.00E+
Ndj = 3.19E-5	rp = 5.00E-1	Cld = 1.00E+
Ng = 1.72E+	rf = 1.00E-1	Lbt_Lvt = 5.13E-3
Adj = 3.71E+2	lfe = 2.50E-1	Lb_Lv = 2.00E-3
Lj = 3.00E+	te/8760 = 2.50E-1	rp = 5.00E-1
Wj = 3.00E+	Rv = 3.53E-8	rf = 1.00E-1
Hj = 3.00E+	NI = 3.44E-4	hz = 2.00E+
Cdj = 2.50E-1	Ng = 1.72E+	Lf1 = 2.00E-2
Ct = 2.00E-1	Al = 4.00E+3	nz = 0.00E+
Pv = 2.00E-2	Li = 1.00E+2	nt = 8.76E+3
Peb = 2.00E-2	Ci = 5.00E-1	tz = 0.00E+
Pld = 1.00E+	Ce = 1.00E-1	Lbe_Lve = 3.13E-3
Cld = 1.00E+	Ct = 1.00E+	rp = 5.00E-1
Lbt_Lvt = 5.13E-3	Ndj = 0.00E+	rf = 1.00E-1
Lb_Lv = 2.00E-3	Ng = 1.72E+	lfe = 2.50E-1
rp = 5.00E-1	Adj = 0.00E+	te/8760 = 2.50E-1

NI = 1.72E-4	hz = 2.00E+	Lj = 3.00E+
Ng = 1.72E+	Lf1 = 2.00E-2	Wj = 3.00E+
Al = 2.00E+3	nz = 0.00E+	Hj = 3.00E+
Li = 5.00E+1	nt = 8.76E+3	Cdj = 2.50E-1
Ci = 5.00E-1	tz = 0.00E+	Ct = 2.00E-1
Ce = 1.00E-1	Lbe_Lve = 3.13E-3	Pw = 1.00E+
Ct = 1.00E+	rp = 5.00E-1	Pparafoudre = 1.00E+
Ndj = 0.00E+	rf = 1.00E-1	Pld = 1.00E+
Ng = 1.72E+	lfe = 2.50E-1	Cld = 1.00E+
Adj = 0.00E+	te/8760 = 2.50E-1	Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lj = 0.00E+	Rv = 3.53E-8	Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Wj = 0.00E+	NI = 3.44E-4	Lo1 = 0.00E+
Hj = 0.00E+	Ng = 1.72E+	nz = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1	Al = 4.00E+3	nt = 8.76E+3
Ct = 1.00E+	Li = 1.00E+2	tz = 0.00E+
Pv = 2.00E-2	Ci = 5.00E-1	Rw = 0.00E+
Peb = 2.00E-2	Ce = 1.00E-1	NI = 1.72E-4
Pld = 1.00E+	Ct = 1.00E+	Ng = 1.72E+
Cld = 1.00E+	Ndj = 0.00E+	Al = 2.00E+3
Lbt_Lvt = 5.13E-3	Ng = 1.72E+	Li = 5.00E+1
Lb_Lv = 2.00E-3	Adj = 0.00E+	Ci = 5.00E-1
rp = 5.00E-1	Lj = 0.00E+	Ce = 1.00E-1
rf = 1.00E-1	Wj = 0.00E+	Ct = 1.00E+
hz = 2.00E+	Hj = 0.00E+	Ndj = 0.00E+
Lf1 = 2.00E-2	Cdj = 2.50E-1	Ng = 1.72E+
nz = 0.00E+	Ct = 1.00E+	Adj = 0.00E+
nt = 8.76E+3	Pv = 2.00E-2	Lj = 0.00E+
tz = 0.00E+	Peb = 2.00E-2	Wj = 0.00E+
Lbe_Lve = 3.13E-3	Pld = 1.00E+	Hj = 0.00E+
rp = 5.00E-1	Cld = 1.00E+	Cdj = 2.50E-1
rf = 1.00E-1	Lbt_Lvt = 5.13E-3	Ct = 1.00E+
lfe = 2.50E-1	Lb_Lv = 2.00E-3	Pw = 1.00E+
te/8760 = 2.50E-1	rp = 5.00E-1	Pparafoudre = 1.00E+
Rv = 1.76E-8	rf = 1.00E-1	Pld = 1.00E+
NI = 1.72E-4	hz = 2.00E+	Cld = 1.00E+
Ng = 1.72E+	Lf1 = 2.00E-2	Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Al = 2.00E+3	nz = 0.00E+	Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Li = 5.00E+1	nt = 8.76E+3	Lo1 = 0.00E+
Ci = 5.00E-1	tz = 0.00E+	nz = 0.00E+
Ce = 1.00E-1	Lbe_Lve = 3.13E-3	nt = 8.76E+3
Ct = 1.00E+	rp = 5.00E-1	tz = 0.00E+
Ndj = 0.00E+	rf = 1.00E-1	Rw = 0.00E+
Ng = 1.72E+	lfe = 2.50E-1	NI = 3.44E-4
Adj = 0.00E+	te/8760 = 2.50E-1	Ng = 1.72E+
Lj = 0.00E+	----- Rw -----	Al = 4.00E+3
Wj = 0.00E+	Rw = 0.00E+	Li = 1.00E+2
Hj = 0.00E+	Rw = 0.00E+	Ci = 5.00E-1
Cdj = 2.50E-1	NI = 6.88E-5	Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+	Ng = 1.72E+	Ct = 1.00E+
Pv = 2.00E-2	Al = 4.00E+3	Ndj = 0.00E+
Peb = 2.00E-2	Li = 1.00E+2	Ng = 1.72E+
Pld = 1.00E+	Ci = 5.00E-1	Adj = 0.00E+
Cld = 1.00E+	Ce = 1.00E-1	Lj = 0.00E+
Lbt_Lvt = 5.13E-3	Ct = 2.00E-1	Wj = 0.00E+
Lb_Lv = 2.00E-3	Ndj = 3.19E-5	Hj = 0.00E+
rp = 5.00E-1	Ng = 1.72E+	Cdj = 2.50E-1
rf = 1.00E-1	Adj = 3.71E+2	Ct = 1.00E+

Pw = 1.00E+
 Pparafoudre = 1.00E+
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Rw = 0.00E+
 NI = 1.72E-4
 Ng = 1.72E+
 Al = 2.00E+3
 Li = 5.00E+1
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 1.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 1.72E+
 Adj = 0.00E+
 Lj = 0.00E+
 Wj = 0.00E+
 Hj = 0.00E+
 Cdj = 2.50E-1
 Ct = 1.00E+
 Pw = 1.00E+
 Pparafoudre = 1.00E+
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
 Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
 Lo1 = 0.00E+
 nz = 0.00E+
 nt = 8.76E+3
 tz = 0.00E+
 Rw = 0.00E+
 NI = 1.72E-4
 Ng = 1.72E+
 Al = 2.00E+3
 Li = 5.00E+1
 Ci = 5.00E-1
 Ce = 1.00E-1
 Ct = 1.00E+
 Ndj = 0.00E+
 Ng = 1.72E+
 Adj = 0.00E+
 Lj = 0.00E+
 Wj = 0.00E+
 Hj = 0.00E+
 Cdj = 2.50E-1
 Ct = 1.00E+
 Pw = 1.00E+
 Pparafoudre = 1.00E+
 Pld = 1.00E+
 Cld = 1.00E+
 Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+

```

Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Rw = 0.00E+
NI = 1.72E-4
Ng = 1.72E+
AI = 2.00E+3
LI = 5.00E+1
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 1.72E+
Adj = 0.00E+
Lj = 0.00E+
Wj = 0.00E+
Hj = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 1.00E+
Pw = 1.00E+
Pparafoudre = 1.00E+
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Rw = 0.00E+
NI = 3.44E-4
Ng = 1.72E+
AI = 4.00E+3
LI = 1.00E+2
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Ndj = 0.00E+
Ng = 1.72E+
Adj = 0.00E+
Lj = 0.00E+
Wj = 0.00E+
Hj = 0.00E+
Cdj = 2.50E-1
Ct = 1.00E+
Pw = 1.00E+
Pparafoudre = 1.00E+
Pld = 1.00E+
Cld = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+

```

----- Rz -----
Rz = 0.00E+
Rz = 0.00E+
Ni = 6.88E-3
Ng = 1.72E+
Ai = 4.00E+5
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 2.00E-1
Pz = 1.00E-1
Pli = 1.00E-1
Cli = 1.00E+
Pparafoudre = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Rz = 0.00E+
Ni = 1.72E-2
Ng = 1.72E+
Ai = 2.00E+5
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Pz = 3.00E-1
Pli = 3.00E-1
Cli = 1.00E+
Pparafoudre = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Rz = 0.00E+
Ni = 3.44E-2
Ng = 1.72E+
Ai = 4.00E+5
Ci = 5.00E-1
Ce = 1.00E-1
Ct = 1.00E+
Pz = 3.00E-1
Pli = 3.00E-1
Cli = 1.00E+
Pparafoudre = 1.00E+
Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+
Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+
Lo1 = 0.00E+
nz = 0.00E+
nt = 8.76E+3
tz = 0.00E+
Rz = 0.00E+
Ni = 1.72E-2
Ng = 1.72E+
Ai = 2.00E+5

$Ci = 5.00E-1$ $Ce = 1.00E-1$ $Ct = 1.00E+$ $Pz = 3.00E-1$ $Pli = 3.00E-1$ $Cli = 1.00E+$ $Pparafoudre = 1.00E+$ $Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+$ $Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+$ $Lo1 = 0.00E+$ $nz = 0.00E+$ $nt = 8.76E+3$ $tz = 0.00E+$ $Rz = 0.00E+$ $Ni = 1.72E-2$ $Ng = 1.72E+$ $Ai = 2.00E+5$ $Ci = 5.00E-1$ $Ce = 1.00E-1$ $Ct = 1.00E+$ $Pz = 3.00E-1$ $Pli = 3.00E-1$ $Cli = 1.00E+$ $Pparafoudre = 1.00E+$	$Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+$ $Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+$ $Lo1 = 0.00E+$ $nz = 0.00E+$ $nt = 8.76E+3$ $tz = 0.00E+$ $Rz = 0.00E+$ $Ni = 1.72E-2$ $Ng = 1.72E+$ $Ai = 2.00E+5$ $Ci = 5.00E-1$ $Ce = 1.00E-1$ $Ct = 1.00E+$ $Pz = 3.00E-1$ $Pli = 3.00E-1$ $Cli = 1.00E+$ $Pparafoudre = 1.00E+$ $Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+$ $Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+$ $Lo1 = 0.00E+$ $nz = 0.00E+$ $nt = 8.76E+3$ $tz = 0.00E+$ $Rz = 0.00E+$	$Ni = 3.44E-2$ $Ng = 1.72E+$ $Ai = 4.00E+5$ $Ci = 5.00E-1$ $Ce = 1.00E-1$ $Ct = 1.00E+$ $Pz = 5.00E-1$ $Pli = 5.00E-1$ $Cli = 1.00E+$ $Pparafoudre = 1.00E+$ $Lct_Lmt_Lwt_Lzt = 0.00E+$ $Lc_Lm_Lw_Lz = 0.00E+$ $Lo1 = 0.00E+$ $nz = 0.00E+$ $nt = 8.76E+3$ $tz = 0.00E+$
--	---	---

ANNEXE 2**Lexique**

Acronymes	Définitions
AEP	Adduction d'Eau Potable
ARF	Analyse de Risque Foudre
ATEX	Atmosphère EXplosive
BT	Basse Tension
CFA	Courant FAible
CFO	Courant FOrt
CVC	Chauffage, Ventilation et Climatisation
EIPS	Equipements Important Pour la Sécurité
GE (M)	Groupe Électrogène (Mobile)
HT	Haute Tension
ICPE	Installation Classée Protection de l'Environnement
Icc	Courant de court-circuit ou Intensité de Court-Circuit
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
Imp	Courant de décharge impulsionnel = Tenue maximale sans destruction du parafoudre sur 1 choc de foudre (Onde 10/350 µs)
IIPF	Installation Intérieure de Protection contre la Foudre
In	Courant de décharge nominal correspond à la tenue répétitive sans destruction du parafoudre de type 1 ou de type 2 (15 chocs en onde 8/20 µs)
IT	Neutre Isolé et Masse à la terre
MMR	Mesures de Maitrise des Risques
PDA	Paratonnerre à Dispositif d'Amorçage
PTS	Paratonnerre à Tige Simple
SO	Sans Objet
SPF	Système de Protection contre la Foudre
SSI	Système de sécurité incendie
TN S	Terre et Neutre Séparé
TN C	Terre et neutre Confondu
TT	Neutre et Masse à la Terre
Parafoudre Type 1+2	Parafoudre testé et conforme aux courants d'onde 10/350 µs ET 8/20 µs
Uc	Tension de fonctionnement pouvant être appliquée de façon continue aux bornes du parafoudre
Up	Valeur de tension maximale aux bornes du parafoudres lorsqu'il est passant
Ut	Tension maximal temporaire acceptable par le parafoudre
UPS	Uninterruptible Power Supply