

333 cours du 3<sup>ème</sup> Millénaire - 69800 SAINT-PRIEST - France  
Bâtiment Le Pôle – 2<sup>ème</sup> étage  
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France  
Tél. +33 (0)6 79 97 46 02  
[info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com) - [www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)



## ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

### PROCOPI SAINT-AGATHON (22)

## PROCOPI SAINT-AGATHON (22)



Référence document  
RGC 28 191

### RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre de l'usine **PROCOPI** en cours d'extension sur la commune de **SAINT-AGATHON** dans le département des **Côtes-Armor (22)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **PROCOPI** 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 : <b>Martin GOIFFON</b> Date : 09/12/2022 Visa 	Nom : <b>Guelleh MAHAMOUD</b> Date : 06/01/2023 Visa 	<b>A</b>

### DIFFUSION :

<b>PROCOPI</b> 32 Rue Nationale, 35650 Le Rheu	<b>RG CONSULTANT</b> <b>Arc Atlantique</b> 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : <a href="mailto:info@rg-consultant.com">info@rg-consultant.com</a>
--	---

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 28 191	09/12/2022	Analyse du Risque Foudre

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR PROCOPI**

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Dossier d'enregistrement ANNEXE - Rapport Flux thermique FLUMILOG
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Oui	CEGELEC Schéma électrique atelier transformation LE13-09-synoptique SSI
Plan de masse	Oui	Pc2&3-Masse&Profils-SasProcopi
Plan de coupe	Oui	Pc5-Façades&Toiture-SasProcopi
Plan des façades	Oui	Pc5-Façades&Toiture-SasProcopi
Plan de zonage ATEX	Non	

**Tableau 1 : Liste des documents**

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **PROCOPI** 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

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
<b>2. PRESENTATION GENERALE DU SITE .....</b>	<b>6</b>
2.1 GENERALITES .....	6
2.2 PERSONNEL SUR SITE .....	7
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS .....	8
2.3.1 Réseau Normal .....	8
2.3.2 Réseau Secouru .....	8
2.3.3 Réseau Ondulé .....	8
2.3.4 Réseau photovoltaïque .....	8
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES .....	9
2.5 PROTECTION INCENDIE .....	9
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 .....	11
<b>3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES .....</b>	<b>12</b>
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES .....	12
3.2 NORMES DE REFERENCES .....	12
<b>4. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>13</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	13
4.2 LIMITE DE L'A.R.F .....	14
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 .....	14
<b>5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES .....</b>	<b>17</b>
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES .....	17
5.2 POTENTIELS DE DANGER .....	18
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION .....	18
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS .....	19
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES .....	20
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre .....	21
<b>6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>22</b>
6.1 DONNEES GENERALES .....	22
6.2 CELLULE 1 EXISTANTE .....	24
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure .....	24
6.2.2 Données et caractéristiques des services .....	25
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone .....	26
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) .....	30
<b>7. SYNTHÈSE .....</b>	<b>33</b>

## **ANNEXES**

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

**Annexe 2** : Lexique

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Objet

Afin d'optimiser ses moyens de production, la société **PROCOPI** projette de construire une extension de son bâtiment existant à Saint Agathon (22).

Au regard de la quantité de matières premières et de produits finis, l'entreprise a jugé nécessaire l'extension des bâtiments afin d'augmenter les surfaces de stockage disponibles. C'est dans ce cadre qu'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 société **PROCOPI** est spécialisée dans la conception et la fabrication d'accessoires de piscines. Dans la phase de production ont lieu des étapes de moulage de matières plastiques, puis d'assemblage de celles-ci avec d'autres matières plastiques ou métalliques, jusqu'à obtention du produit fini.

Le site se composera des installations suivantes :

#### ➤ Cellule existante

Ce bâtiment, situé au nord du site, est partagé entre production et stockage de matières combustibles. Dans cette étude, les matières stockées seront assimilées à du stockage 1510. La structure du bâtiment existant est en structure métallique assimilée R15. Les murs extérieurs sont en bardage métallique. Les critères de tenue au feu de ces murs est assimilé à du REI 1 (minimum de FLUMILOG).

Un merlon d'une hauteur de 6m est présent sur tout le côté est du bâtiment.

Afin de séparer la partie production de la partie stockage, la cellule a été divisée en deux plus petites cellules séparées par une paroi REI1

#### ➤ Cellule 1 - extension

Ce bâtiment, situé au milieu de l'ensemble bâti sera exclusivement dédié au stockage et à l'expédition de la matière première. Dans la modélisation, les zones de préparation pour expédition ne sont pas considérées comme des zones de stockage. La matière stockée est assimilée à de la matière type 1510. La structure de ce bâtiment est en béton, R120 minimum, avec des murs extérieurs en bardage métallique assimilé à du REI1.

Un merlon d'une hauteur de 6m est présent à l'est de la cellule

#### ➤ Cellule 2 extension

Ce bâtiment situé au sud du site sera exclusivement dédié au stockage de produits finis. Les produits sont assimilés à de la matière 1510 et seront stockés en racks. La structure de ce bâtiment est en béton, R120 minimum, avec des murs extérieurs en bardage métallique assimilé à du REI1.

Deux merlons sont présents à l'est et à l'ouest de la cellule.

#### ➤ Bâtiment vestiaire

Ce bâtiment sera raccordé au site via une passerelle et sera uniquement dédiée à des locaux sociaux.



**Figure 1: Plan de masse du site**

**2.2 Personnel sur site**

Le site a un effectif total d'environ 30 personnes.

Structure	Nombre de personnes exposées à un instant T
Cellules de stockage/production	≤20 personnes
Administration	≤10 personnes

**Tableau 2 : Personnel sur site**



## 2.3 Caractéristiques des courants forts

### 2.3.1 Réseau Normal

Le site est alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de livraison en bordure de site vers un poste HT/BT dans le bâtiment principal.

Structure	Dénomination du poste	Transformateur	Installations alimentées
Bâtiment principal	Poste HT/BT	1250kVA 20kV/410V	Eclairage extérieur, Différentes cellules, vestiaire ...

**Tableau 3 : Distribution BT**

Le régime de neutre 410 V est TNC.

### 2.3.2 Réseau Secouru

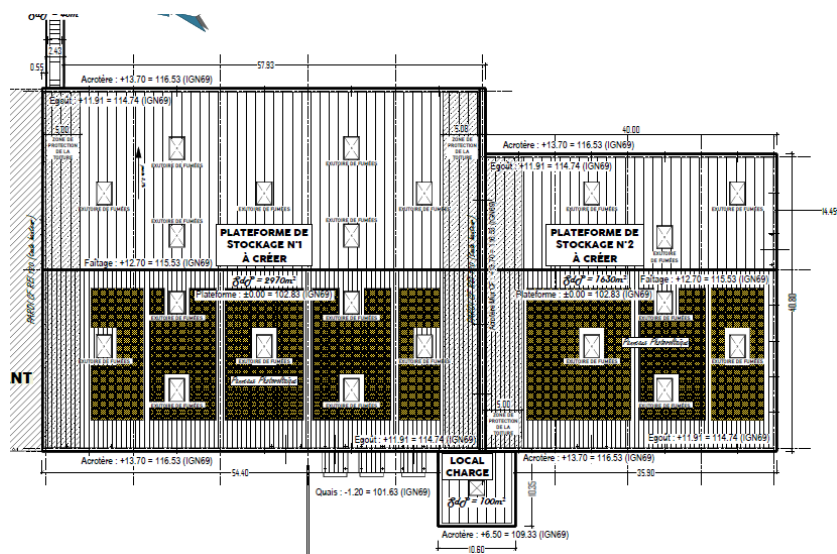
Le site est dépourvu de système de secours électrique de type groupe électrogène de sécurité.

### 2.3.3 Réseau Ondulé

Le site ne dispose pas de réseau ondulé.

### 2.3.4 Réseau photovoltaïque

Les futures cellules de stockage 1 et 2 seront dotées de panneaux photovoltaïques en toiture. L'électricité produite sera directement réinjectée sur le réseau au niveau du futur TGBT de l'extension et destinée à l'autoconsommation.



**Figure 2: Installations PV**

## 2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le site actuel est raccordé au réseau ORANGE via une ligne cuivre (28 paires) souterraine vers la zone administrative. (le répartiteur n'est pas mis à la terre)

Le réseau informatique est quant à lui raccordé au réseau ORANGE via une ligne fibre souterraine vers la zone administrative. La fibre n'étant pas impactable par la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance via ligne cuivre.

## 2.5 Protection incendie

Les mesures de prévention et d'extinction sont les suivantes :

Structure	Moyens protection			
	Dispositif	Report d'information	Relié à	Type d'alimentation
Bâtiment principal	Extincteur	Non	-	/
	Détecteurs de fumée et vélocimétrique	Oui	CMSI	Bus ou contact sec
	Déclencheur manuels (DM)	Oui	CMSI	Bus ou contact sec
	Isolation <REI120 entre les différentes cellules (portes CF)	Oui	CMSI	Bus ou contact sec
	Avertisseurs sonores (BAAS) et lumineux	Oui	CMSI	Bus ou contact sec
	Analyseur d'air x4 + Projet d'extension	Oui	CMSI	Bus ou contact sec

**Tableau 4 : Moyens de protection incendie**

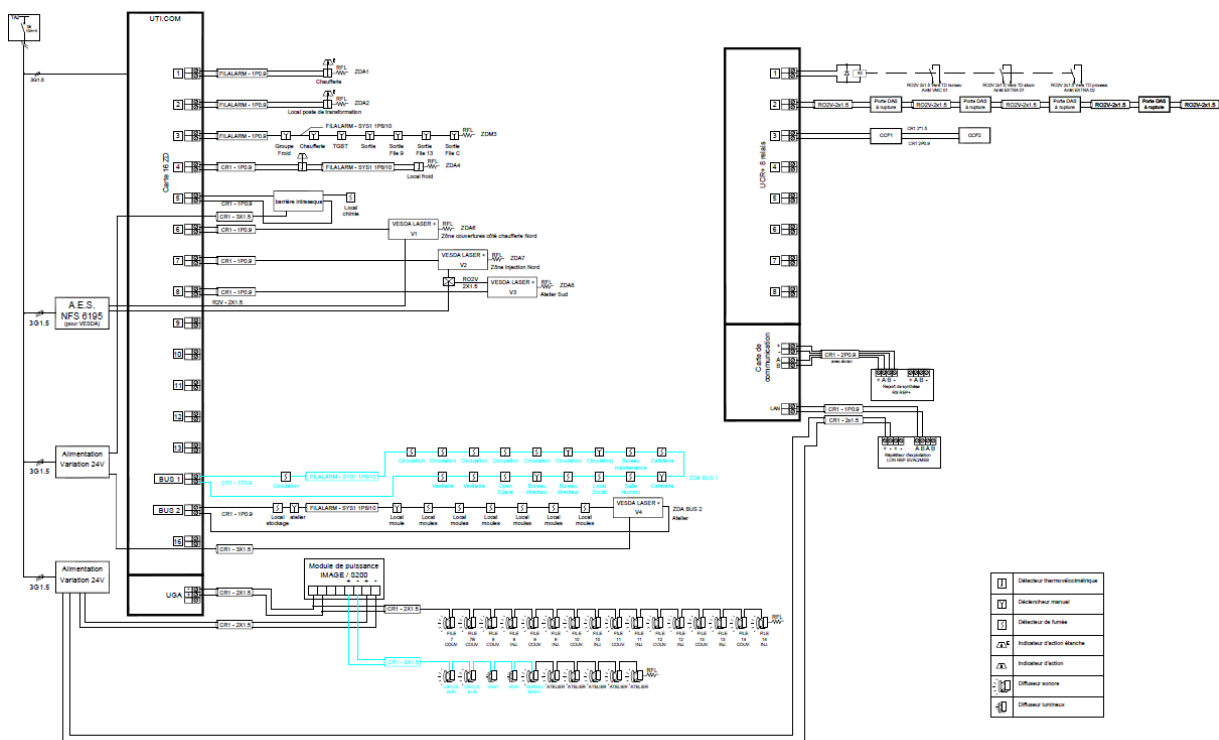


Figure 3: Synoptique SSI

Du personnel d’alerte est présent en permanence sur le site et est en charge d’alerter les secours en cas d’accident.

Le temps d’intervention du SDIS est supérieur à 10 minutes en cas d’alerte incendie sur site.

La centrale SSI actuellement en place sur les installations sera étendu dans le cadre du projet par création de nouvelles boucles si possible.

2.6 Mise à la terre des installations

Nous n’avons pas pu constater la présence d’un réseau de terre à fond de fouille.

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Bâtiment principal	Alimentation HT	60	Poste de livraison	Souterrain
	Alimentation BT Photovoltaïque	100	Réseau photovoltaïque toiture	Souterrain
	Alimentation BT	20	Vestiaire	Souterrain
	Courants faibles	1 000	Liaison ORANGE	Souterrain

Tableau 5 : 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	Mise à la terre
Bâtiment principal	Gaz	Métallique	Oui cu 25mm <sup>2</sup>
	AEP	PEHD	/
	RIA	Métallique	Non
Projet	RIA	Métallique	Non

**Source** : Selon expertise

**Tableau 6 : Canalisations**

### 3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

#### 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 perte 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 7 : Différents types de pertes**

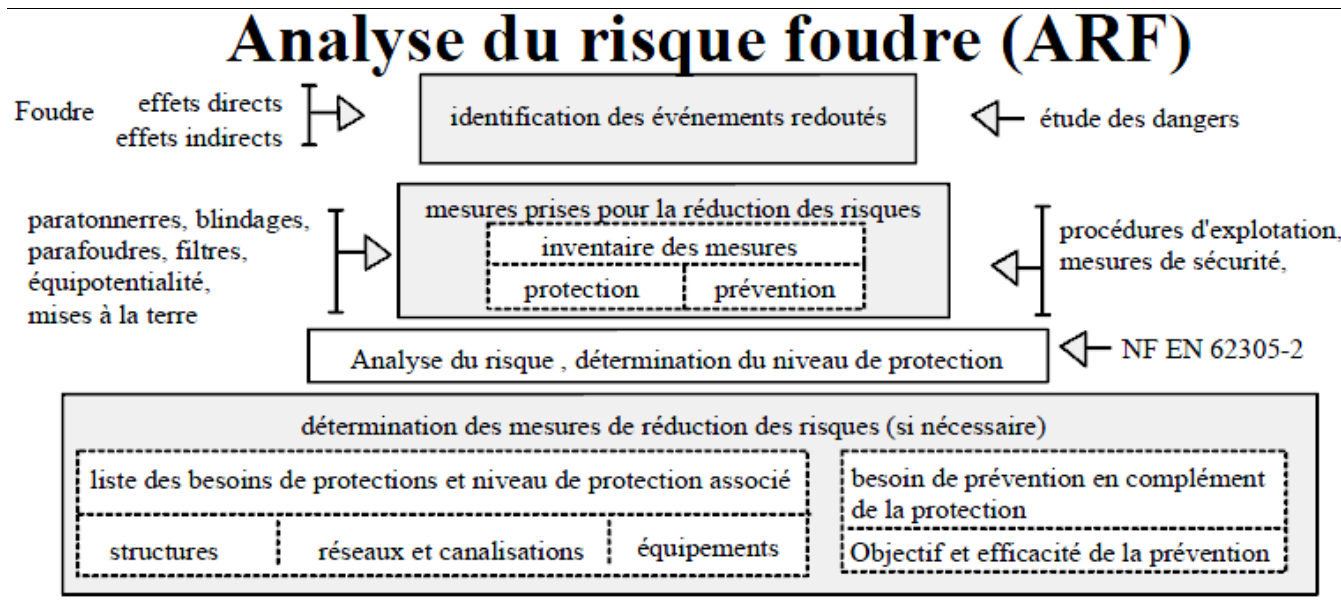
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- 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 4: 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<sub>A</sub>, R<sub>B</sub>, R<sub>C</sub>, R<sub>M</sub>, R<sub>U</sub>, R<sub>V</sub>, R<sub>W</sub>, R<sub>Z</sub> appropriés, voir explication ci-dessous.

$$\begin{array}{ccccccc}
 R1 & = & R_A + R_B + R_C^* & + & R_M^* & + & R_U + R_V + R_W^* & + & R_Z^* \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 & & \text{Impact sur la structure} & & & & \text{Impact à proximité du service} & & \\
 & & & & \text{Impact sur le service} & & & & \text{Impact à proximité de la structure}
 \end{array}$$

(\*) : 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
Impact sur un service connecté à la structure (S3)	$R_U$	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	$R_V$	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	$R_W$	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)	$R_Z$	Défaillances des réseaux internes

**Tableau 8 : 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  $\leq$  à  $R_T$ .

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
<b>Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)</b>	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
<b>Dommages physiques (D2)</b>	- <b>Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)</b>
<b>Défaillances des réseaux internes (D3)</b>	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux - <b>Parafoudres associés ou coordonnés</b> - Equipotentialité et mise à la terre

**Tableau 9 : 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
1510	Entrepôts couverts	E
2661.1	Transformation de polymères	D
2560	Travail mécanique des métaux et alliages	DC
2565	Revêtement métallique ou traitement de surfaces par voie électrolytique ou chimique	DC

**Tableau 10 : Rubriques ICPE**

Certaines 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 pour l'environnement redoutés sont les suivants :

Structure	Phénomène dangereux redoutés	Application au site
<b>Bâtiment principal</b>	Effets de surpression associés à l'explosion d'une substance	Non concerné
	Inflammation d'un nuage de gaz en champ libre (UVCE) ou dans une zone encombrée (VCE),	Non concerné
	Effets thermiques en cas de rupture ou fuite sur une canalisation calorifique ou sous pression	Non concerné
	Contamination de l'environnement par incendie, déversement ou combustion de produit chimique	Non concerné
	Risque pour l'homme en cas d'inhalation de produits chimiques	Non concerné
	Incendie	<b>Concerné</b>
	Une perte du réseau de climatisation	Non concerné
	Une perte de l'alimentation électrique ou du réseau de télécommunication	Non concerné
	Risque pour l'homme en cas de surtension sur le réseau par manœuvre ou perturbation atmosphérique	Non concerné

***Tableau 11 : Phénomènes redoutés***

Les conclusions de l'étude de flux thermiques menée en octobre 2022 par la société SOCOTEC aboutissent à une absence d'impact sur les limites de propriété en présence de merlon.

## 5.3 Zones à risques d'explosion

Il ne nous a pas été indiqué de zone ATEX sur le bâtiment.  
Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

#### 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
<p>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 explosibles externes.</p>
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
<p>Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm<sup>2</sup>) 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 explosibles 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 explosibles ou inflammables.</p>
Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
<p>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 explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.</p>
Perçement de conteneur ou de canalisation
<p>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.</p>
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
<p>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.</p>
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
<p>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 explosible ou inflammable.</p>
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
<p>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 explosible.</p>
Effets sur les personnes
<p>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 aggravant.</p>

**Tableau 12 : 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
Centrales d'analyse d'air multiponctuelle	Non (Sécurité positive sur CMSI)
Centrale de détection incendie	Oui
Télétransmetteur	Oui

**Tableau 13 : 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 <sup>1</sup>
Bâtiment principal	X	

**Tableau 14 : Installations à étudier dans l'ARF**

### **Méthode déterministe<sup>1</sup> :**

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.

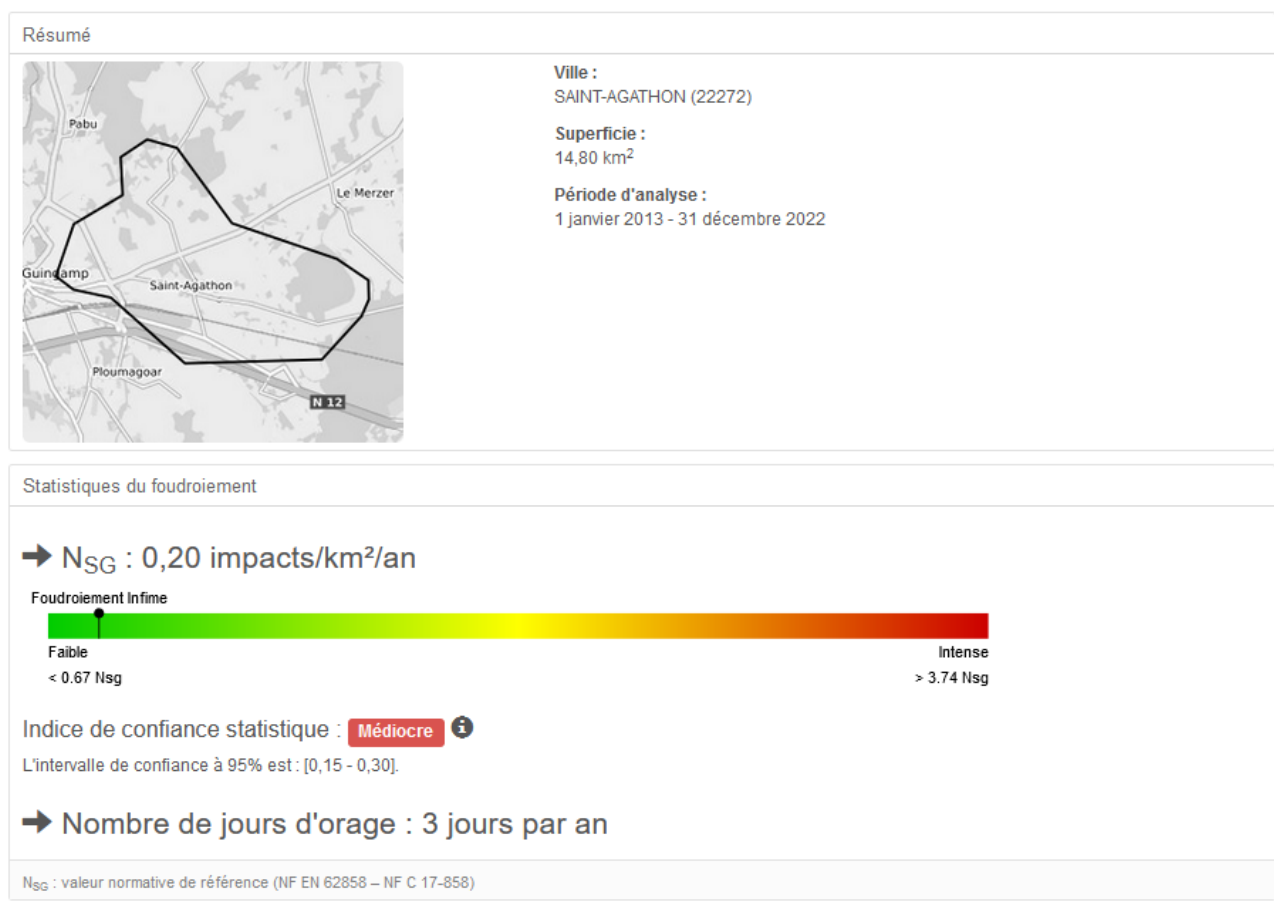
Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs,...) cette méthode est choisie.

## 6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

### 6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de <b>SAINT-AGATHON (22)</b> données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	<b>Nsg = 0,20</b> (coups de foudre / km <sup>2</sup> / an)

**Tableau 15 : Données pour le calcul du risque foudre**



**Figure 5: Nsg suivant la carte de Météorage**

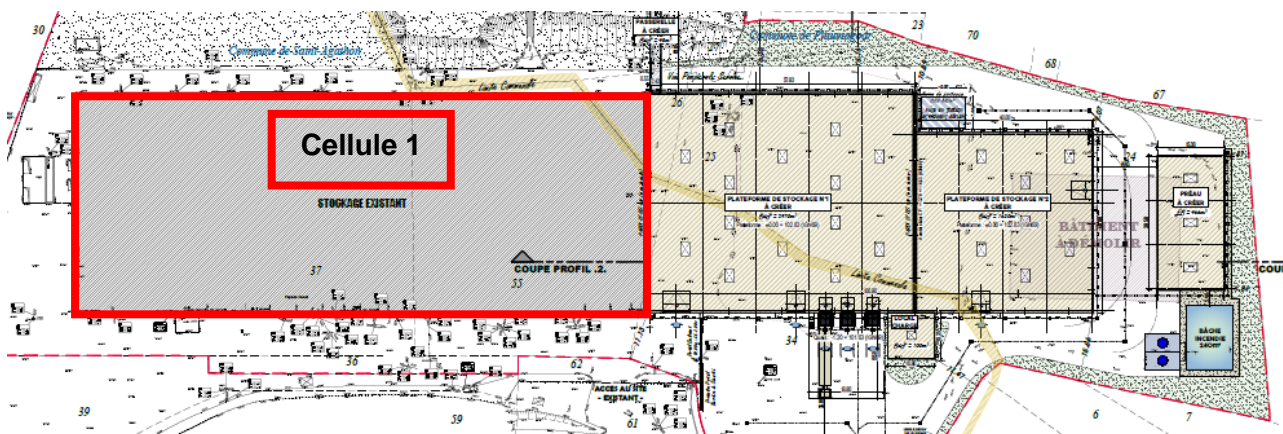
**Définition des zones**

La norme NF EN 62305-2 permet le découpage des bâtiments en différentes zones, selon plusieurs conditions citées ci-dessous :

- La zone concernée est une partie verticale séparée du bâtiment,
- Le bâtiment est une structure sans risque d'explosion,
- La propagation du feu entre chaque zone du bâtiment est évitée au moyen de murs coupe-feu de 120 min (REI 120) ou au moyen d'autres mesures de protection équivalente,
- La propagation des surtensions le long des lignes communes, s'il y en a, est évitée au moyen de parafoudres installés aux points d'entrées de ces lignes dans la structure ou au moyen d'autres mesures de protection équivalentes.

L'étude technique devra préconiser les parafoudres nécessaires afin de répondre à la dernière condition.

Le bâtiment répondant aux conditions précédentes, l'Analyse de Risque Foudre sera réalisée sur l'une des plus grandes cellules, la **cellule 1**. Le niveau de risque obtenu sera appliqué à tout le bâtiment.



***Figure 6: Découpage en cellule du site***



## 6.2 Cellule 1 existante

### 6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	130 x 50 x 13.7 m	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	2,66E-04 m <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,25	Entouré d'objets plus hauts
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure</b>	$K_{s1}$	1	Aucun blindage

**Tableau 16 : 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 inférieure 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 $P_B$ (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  $R_1$  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	$L_a \times W_a \times H_a$	$C_i$	$C_e$	$U_w$	$K_{s3}$	$P_{SPD}$
1	Alimentation HT	60	3 x 2 x 42.5m	0,5	0,5	6kV	0,01	1
2	Alimentation BT	20	20x20x4m	0,5	0,5	4kV	0,01	1
3	PV	100	-	1	0,5	4kV	0,01	1
4	Courant faible	1000	-	0,5	0,5	1,5kV	0,01	1

**Tableau 17 : 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.

Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

##### **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.

Les lignes sont aériennes, nous indiquons la valeur 1.

##### **Paramètre $C_e$ (facteur d'environnement de ligne)**

Le bâtiment se situe en zone suburbaine ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieure à 10m. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

##### **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 6 kV pour la ligne 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 écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m<sup>2</sup>.

##### **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	Symbole	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)	$L_f$	$2 \times 10^{-2}$	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	$h_z$	2	Risque Faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)	$L_o$	0	SO
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux à l'extérieur de la structure	$t_e$	0,75	Zone d'activité
Risque environnemental	LFE	0,05	Restant dans les limites du site

**Tableau 18 : 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 $k\Omega'$	$r_a / r_u$
Agricole, béton	$\leq 1$	$10^{-2}$
Marbre, céramique	1-10	$10^{-3}$
Gravier, moquette, tapis	10-100	$10^{-4}$
Asphalte, linoléum, bois	$\geq 100$	$10^{-5}$
(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm <sup>2</sup> comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.		

**Tableau 19 : 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  $r_p$  (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  $r_f$  (facteur de réduction associé au risque d'incendie)**

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante représenté par :

- Le bois (pour rappel la charge calorifique d'une palette est de 1300 MJ/m<sup>3</sup>).
- Le PVC (pour rappel le pouvoir calorifique du PVC est de 20 000 kJ/kg).

La valeur est = 0,1.

Le calcul des charges calorifiques est fait à l'aide des données mentionnées dans le logiciel Jupiter 2.0.

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 <sup>2</sup>	400MJ/m <sup>2</sup> < <800MJ/m <sup>2</sup>	>800MJ/m <sup>2</sup>

**Tableau 20 : Paramètre  $r_f$**

**Paramètre  $L_f$  (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)**

Type de Structure	$L_f$
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 21 : Paramètre  $L_f$**

**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 événements 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 événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10

**Tableau 22 : Paramètre  $h_z$**

**Paramètre  $L_o$  (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  $L_o = 0$ .

**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 :

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

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

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 23 : 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	0.5
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m <sup>2</sup>	0.05	0.1
Fumées toxiques (1)		0.1	1.0
Pollution du sol (1)		0.1	0.5
Pollution de l'eau (1)		0.25 (2)	2.5
Matière radioactive (1), (3), (4)		0.5	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 scénarii 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).

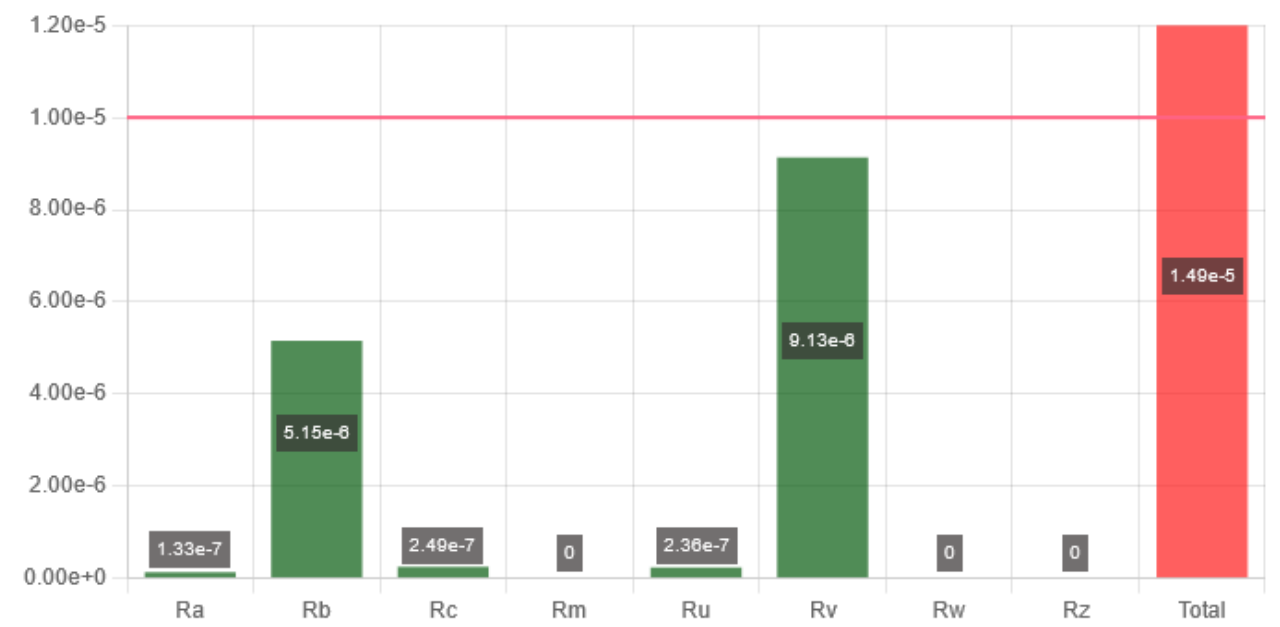
**Tableau 24 : Paramètre LFE suivant note Qualifoudre n° 4**

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	Bâtiment existant	1,49 E <sup>-5</sup>	>	1 x 10 <sup>-5</sup>

**R1 Sans protection**



**Figure 7: Résultat du calcul du risque R1 sans protections**

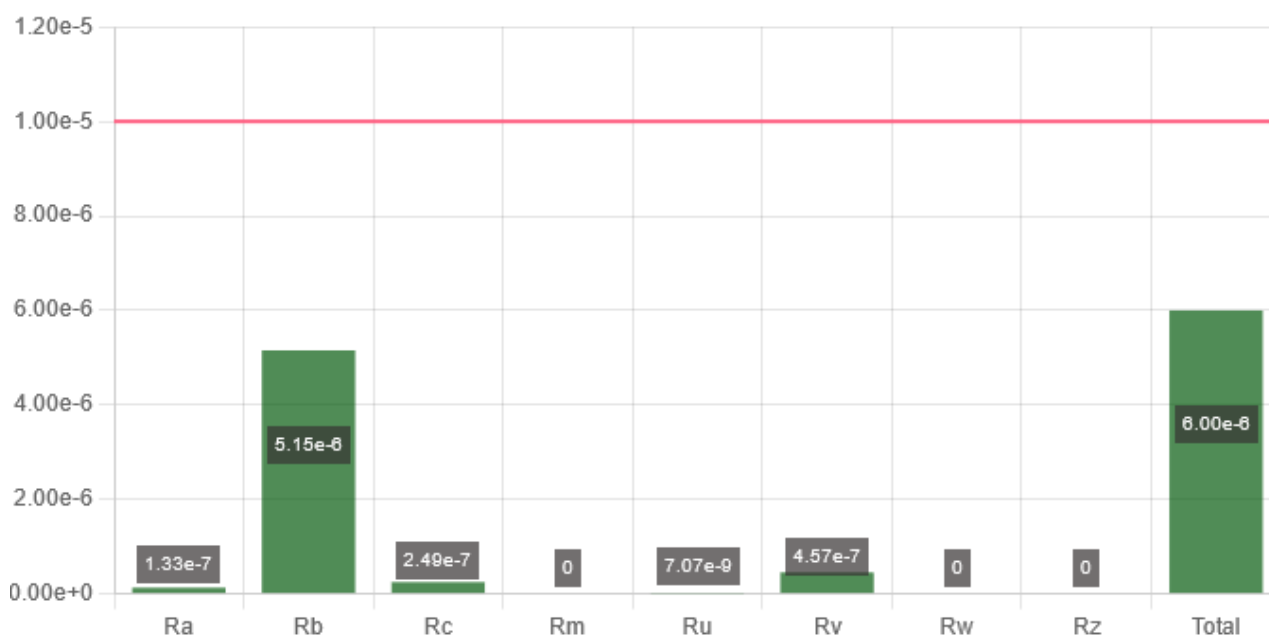
**Le bâtiment existant n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation.** Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

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	Bâtiment existant	$6,00 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$

**R1 Avec protection**



**Figure 8: Résultat du calcul du risque R1 avec protections**

**Le bâtiment existant 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**

La composante de risque qui influence le plus défavorablement le résultat est **Rv**.

Caractéristiques de la structure ou du système interne	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$
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 <sup>1)</sup>	X	X <sup>2)</sup>	X <sup>2)</sup>	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>		
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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

<sup>3)</sup> En raison des équipotentialités.

**Tableau 25 : 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 de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).**

## 7. SYNTHÈSE

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
<b>Bâtiment existant</b>	Risque tolérable	Protection de <b>niveau IV</b>
<b>Projet d'extension</b>	Risque tolérable	Protection de <b>niveau IV</b>

**Tableau 26: Synthèse des protections foudre**

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

Structure	Organes de sécurité
<b>Site existant + projet</b>	Centrale de détection incendie
	Télétransmetteur

**Tableau 27: Synthèse des MMR**

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

Zone	Nom
<b>Site existant</b>	RIA
<b>Projet</b>	RIA

**Tableau 28: Synthèse des liaisons équipotentiels à prévoir**

**Prévention :** L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place d'un système de détection d'orages. Néanmoins, A l'approche d'un orage, le dépotage et 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 foudroiement 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

**R1** = 6.00E-6

----- Ra -----

**Ra** = 1.33E-7

Ra : Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)

**Nd** = 1.33E-3

Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adb** = 2.66E+4

Adb : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale

**L** = 1.30E+2

L : Longueur

**W** = 5.00E+1

W : Largeur

**H** = 1.37E+1

H : Hauteur

**Cdb** = 2.50E-1

Cdb : Facteur d'emplacement

**PA** = 0.00E+

PA : Probabilité de blessures d'êtres vivants par choc électrique

**La** = 1.00E-4

La : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique (impacts sur une structure)

**rt** = 1.00E-2

rt : facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu ou d'explosion de la structure

**Lt** = 1.00E-2

Lt : Pourcentage moyen type de victimes blessées par choc électrique (D1) du fait d'un événement dangereux

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rb -----

**Rb** = 5.15E-6

Rb : Composante associées aux dommages physiques

**Nd** = 1.33E-3

Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adb** = 2.66E+4

Adb : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale

**L** = 1.30E+2

L : Longueur

**W** = 5.00E+1

**W** : Largeur  
**H** = 1.37E+1  
 H : Hauteur  
**Cdb** = 2.50E-1  
 Cdb : Facteur d'emplacement  
**PB** = 1.00E+  
 PB : Probabilité de dommages physiques sur une structure  
**Lbe\_Lve** = 3.88E-3  
 Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques  
**Lb\_Lv** = 2.00E-3  
 Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques  
**rp** = 5.00E-1  
 rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie  
**rf** = 1.00E-1  
 rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure  
**hz** = 2.00E+  
 hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physique en présence d'un danger spécial  
**Lf1** = 2.00E-2  
 Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques  
**nz** = 0.00E+  
 nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)  
**nt** = 8.76E+3  
 nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.  
**tz** = 0.00E+  
 tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux  
**Lbe\_Lve** = 1.88E-3  
 Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques  
**rp** = 5.00E-1  
 rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie  
**rf** = 1.00E-1  
 rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure  
**lfe** = 5.00E-2  
 lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques  
**te** = 7.50E-1  
 te :  $T_e / 8760$   
 ----- Rc -----  
**Rc** = 2.49E-7  
 Rc : Composante associées aux défaillances des réseaux internes  
**Nd** = 1.33E-3  
 Nd : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure  
**Ng** = 2.00E-1  
 Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure  
**Adb** = 2.66E+4  
 Adb : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Principale  
**L** = 1.30E+2  
 L : Longueur  
**W** = 5.00E+1  
 W : Largeur  
**H** = 1.37E+1  
 H : Hauteur  
**Cdb** = 2.50E-1  
 Cdb : Facteur d'emplacement

**Pc** = 1.00E+

Pc : Cumul des Pc pour la structure

**Pc\_Arrivee-HT** = 1.00E+

Pc\_Arrivee-HT : Probabilité de défaillances des réseaux internes Arrivee-HT

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Pc\_cfa** = 1.00E+

Pc\_cfa : Probabilité de défaillances des réseaux internes cfa

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Pc\_CFO-PV** = 1.00E+

Pc\_CFO-PV : Probabilité de défaillances des réseaux internes CFO-PV

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Pc\_CFO-VESTIAIRE** = 1.00E+

Pc\_CFO-VESTIAIRE : Probabilité de défaillances des réseaux internes CFO-VESTIAIRE

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

----- Rm -----

**Rm** = 0.00E+

Rm : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes

**Nm** = 1.93E-1

Nm : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Am** = 9.65E+5

Am : Zone d'influence pour les impacts à proximité d'une structure

**L** = 1.30E+2

L : Longueur

**W** = 5.00E+1

W : Largeur

$$\mathbf{Pm} = 5.25E-1$$

Pm : Cumul des Pm pour la structure

$$\mathbf{Pm\_Arrivee-HT} = 2.78E-2$$

Pm\_Arrivee-HT : Probabilité de défaillances des réseaux internes Arrivee-HT

$$\mathbf{Parafoudre} = 1.00E+$$

Parafoudre : Parafoudre

$$\mathbf{Pms} = 2.78E-2$$

Pms : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

$$\mathbf{w} = 0.00E+$$

w : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks2} = 1.00E+$$

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

$$\mathbf{w} = 0.00E+$$

w : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks3} = 1.00E+$$

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks4} = 1.67E-1$$

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

$$\mathbf{Uw} = 6.00E+$$

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

$$\mathbf{Pm\_cfa} = 4.44E-1$$

Pm\_cfa : Probabilité de défaillances des réseaux internes cfa

$$\mathbf{Parafoudre} = 1.00E+$$

Parafoudre : Parafoudre

$$\mathbf{Pms} = 4.44E-1$$

Pms : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

$$\mathbf{w} = 0.00E+$$

w : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks2} = 1.00E+$$

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

$$\mathbf{w} = 0.00E+$$

w : Largeur de la maille

$$\mathbf{Ks3} = 1.00E+$$

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks4} = 6.67E-1$$

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

$$\mathbf{Uw} = 1.50E+$$

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

$$\mathbf{Pm\_CFO-PV} = 6.25E-2$$

Pm\_CFO-PV : Probabilité de défaillances des réseaux internes CFO-PV

$$\mathbf{Parafoudre} = 1.00E+$$

Parafoudre : Parafoudre

$$\mathbf{Pms} = 6.25E-2$$

Pms : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

$$\mathbf{Ks1} = 1.00E+$$

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

**w** = 0.00E+

w : Largeur de la maille

**Ks2** = 1.00E+

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

**w** = 0.00E+

w : Largeur de la maille

**Ks3** = 1.00E+

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

**Ks4** = 2.50E-1

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

**Uw** = 4.00E+

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

**Pm\_CFO-VESTIAIRE** = 6.25E-2

Pm\_CFO-VESTIAIRE : Probabilité de défaillances des réseaux internes CFO-VESTIAIRE

**Parafoudre** = 1.00E+

Parafoudre : Parafoudre

**Pms** = 6.25E-2

Pms : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

**Ks1** = 1.00E+

Ks1 : Facteur associé à l'efficacité de l'écran d'une structure

**w** = 0.00E+

w : Largeur de la maille

**Ks2** = 1.00E+

Ks2 : Facteur associé à l'efficacité d'écran des écrans interne à la structure

**w** = 0.00E+

w : Largeur de la maille

**Ks3** = 1.00E+

Ks3 : Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne

**Ks4** = 2.50E-1

Ks4 : Facteur associé à la tension de tenue aux chocs du réseau

**Uw** = 4.00E+

Uw : Tension assignée de tenue aux chocs du réseau à protéger

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

----- Ru -----

**Ru** = 7.07E-9

Ru : Composante du risque de blessures sur des êtres vivants

**Ru** = 7.97E-11

Ru : Composante du risque de blessures sur des êtres vivants de la ligne : Arrivée HT

**NI** = 2.40E-5

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 2.40E+3



AI : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{LL} = 6.00E+1$$

LL : Longueur du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'environnement du service

$$\mathbf{Ct} = 2.00E-1$$

Ct : Facteur de type du service

$$\mathbf{Ndj} = 2.58E-6$$

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Adj} = 2.58E+2$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$\mathbf{L} = 3.00E+$$

L : Longueur

$$\mathbf{W} = 2.00E+$$

W : Largeur

$$\mathbf{H} = 2.50E+$$

H : Hauteur

$$\mathbf{Cdj} = 2.50E-1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$\mathbf{Ct} = 2.00E-1$$

Ct : Facteur de type de service

$$\mathbf{Pu} = 3.00E-2$$

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

$$\mathbf{PtU} = 1.00E+$$

PtU : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

$$\mathbf{Peb} = 3.00E-2$$

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

$$\mathbf{Pld} = 1.00E+$$

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

$$\mathbf{Cld} = 1.00E+$$

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$\mathbf{La} = 1.00E-4$$

La : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique (impacts sur une structure)

$$\mathbf{rt} = 1.00E-2$$

rt : facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu ou d'explosion de la structure

$$\mathbf{Lt} = 1.00E-2$$

Lt : Pourcentage moyen type de victimes blessées par choc électrique (D1) du fait d'un événement dangereux

$$\mathbf{nz} = 0.00E+$$

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

$$\mathbf{nt} = 8.76E+3$$

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

$$\mathbf{tz} = 0.00E+$$

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Ru** = 6.00E-9

Ru : Composante du risque de blessures sur des êtres vivants de la ligne : cfa

**NI** = 2.00E-3

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 4.00E+4

AI : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 1.00E+3

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 0.00E+

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**L** = 0.00E+

L : Longueur

**W** = 0.00E+

W : Largeur

**H** = 0.00E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pu** = 3.00E-2

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

**Ptu** = 1.00E+

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb** = 3.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**La** = 1.00E-4

La : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique (impacts sur une structure)

**rt** = 1.00E-2

rt : facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu ou d'explosion de la structure

**Lt** = 1.00E-2

Lt : Pourcentage moyen type de victimes blessées par choc électrique (D1) du fait d'un événement dangereux

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Ru** = 6.00E-1

Ru : Composante du risque de blessures sur des êtres vivants de la ligne : CFO PV

**NI** = 2.00E-4

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 4.00E+3

AI : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 1.00E+2

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 0.00E+

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**L** = 0.00E+

L : Longueur

**W** = 0.00E+

W : Largeur

**H** = 0.00E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pu** = 3.00E-2

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

**Ptu** = 1.00E+

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb** = 3.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cl<sub>d</sub> : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$\mathbf{La} = 1.00E-4$$

La : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique (impacts sur une structure)

$$\mathbf{rt} = 1.00E-2$$

rt : facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu ou d'explosion de la structure

$$\mathbf{Lt} = 1.00E-2$$

Lt : Pourcentage moyen type de victimes blessées par choc électrique (D1) du fait d'un événement dangereux

$$\mathbf{nz} = 0.00E+$$

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

$$\mathbf{nt} = 8.76E+3$$

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

$$\mathbf{tz} = 0.00E+$$

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

$$\mathbf{Ru} = 3.92E-1$$

Ru : Composante du risque de blessures sur des êtres vivants de la ligne : CFO VESTIAIRE

$$\mathbf{NI} = 4.00E-5$$

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{Al} = 8.00E+2$$

Al : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{LL} = 2.00E+1$$

LL : Longueur du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'environnement du service

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type du service

$$\mathbf{Ndj} = 9.06E-5$$

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Adj} = 1.81E+3$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$\mathbf{L} = 2.00E+1$$

L : Longueur

$$\mathbf{W} = 2.00E+1$$

W : Largeur

$$\mathbf{H} = 4.00E+$$

H : Hauteur

$$\mathbf{Cdj} = 2.50E-1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type de service

$$\mathbf{Pu} = 3.00E-2$$

Pu : Probabilité de blessures sur les êtres vivants

$$\mathbf{PtU} = 1.00E+$$

Ptu : PTU dépend des mesures de protection contre les tensions de contact, telles que restrictions physiques ou notices d'avertissement.

**Peb** = 3.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**La** = 1.00E-4

La : Pertes associées aux blessures d'êtres vivants par choc électrique (impacts sur une structure)

**rt** = 1.00E-2

rt : facteur de réduction des pertes dues aux dommages physiques en fonction du risque de feu ou d'explosion de la structure

**Lt** = 1.00E-2

Lt : Pourcentage moyen type de victimes blessées par choc électrique (D1) du fait d'un événement dangereux

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

----- Rv -----

**Rv** = 4.57E-7

Rv : Composante associé aux dommages physique

**Rv** = 5.15E-9

Rv : Composante associé aux dommages physique de la ligne : Arrivée HT

**Nl** = 2.40E-5

Nl : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Al** = 2.40E+3

Al : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 6.00E+1

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 2.00E-1

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 2.58E-6

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 2.58E+2

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**L** = 3.00E+

L : Longueur

**W** = 2.00E+

W : Largeur

**H** = 2.50E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 2.00E-1

Ct : Facteur de type de service

**Pv** = 5.00E-2

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb** = 5.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbe\_Lve** = 3.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv** = 2.00E-3

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz** = 2.00E+

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physique en présence d'un danger spécial

**Lf1** = 2.00E-2

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve** = 1.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rv** = 3.88E-7

Rv : Composante associé aux dommages physique de la ligne : cfa

**NI** = 2.00E-3

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Al** = 4.00E+4

Al : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 1.00E+3

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 0.00E+

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**L** = 0.00E+

L : Longueur

**W** = 0.00E+

W : Largeur

**H** = 0.00E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pv** = 5.00E-2

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb** = 5.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbe\_Lve** = 3.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv** = 2.00E-3

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz** = 2.00E+

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physique en présence d'un danger spécial

**Lf1** = 2.00E-2

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'utilisateurs desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve** = 1.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rv** = 3.87E-8

Rv : Composante associée aux dommages physiques de la ligne : CFO PV

**NI** = 2.00E-4

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 4.00E+3

AI : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 1.00E+2

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 0.00E+

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 0.00E+

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure adjacente

**L** = 0.00E+

L : Longueur

**W** = 0.00E+

W : Largeur

**H** = 0.00E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pv** = 5.00E-2

Pv : Probabilité de dommages physiques

**Peb** = 5.00E-2

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

**Pld** = 1.00E+



Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lbe\_Lve** = 3.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**Lb\_Lv** = 2.00E-3

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**hz** = 2.00E+

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physique en présence d'un danger spécial

**Lf1** = 2.00E-2

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**nz** = 0.00E+

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

**nt** = 8.76E+3

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

**tz** = 0.00E+

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

**Lbe\_Lve** = 1.88E-3

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rv** = 2.53E-8

Rv : Composante associé aux dommages physique de la ligne : CFO VESTIAIRE

**NI** = 4.00E-5

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Al** = 8.00E+2

Al : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 2.00E+1

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 9.06E-5

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$\mathbf{Ng} = 2.00\text{E-}1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Adj} = 1.81\text{E+}3$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$\mathbf{L} = 2.00\text{E+}1$$

L : Longueur

$$\mathbf{W} = 2.00\text{E+}1$$

W : Largeur

$$\mathbf{H} = 4.00\text{E+}$$

H : Hauteur

$$\mathbf{Cdj} = 2.50\text{E-}1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$\mathbf{Ct} = 1.00\text{E+}$$

Ct : Facteur de type de service

$$\mathbf{Pv} = 5.00\text{E-}2$$

Pv : Probabilité de dommages physiques

$$\mathbf{Peb} = 5.00\text{E-}2$$

Peb : Probabilité de réduction de PU et PV en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel avec l'installation d'une liaison équipotentielle de foudre (EB)

$$\mathbf{Pld} = 1.00\text{E+}$$

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

$$\mathbf{Cld} = 1.00\text{E+}$$

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$\mathbf{Lbe\_Lve} = 3.88\text{E-}3$$

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{Lb\_Lv} = 2.00\text{E-}3$$

Lb\_Lv : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{rp} = 5.00\text{E-}1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$\mathbf{rf} = 1.00\text{E-}1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$\mathbf{hz} = 2.00\text{E+}$$

hz : Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physique en présence d'un danger spécial

$$\mathbf{Lf1} = 2.00\text{E-}2$$

Lf1 : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{nz} = 0.00\text{E+}$$

nz : Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)

$$\mathbf{nt} = 8.76\text{E+}3$$

nt : Nombre total attendu de personnes (ou d'usagers desservis) dans la structure.

$$\mathbf{tz} = 0.00\text{E+}$$

tz : Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux

$$\mathbf{Lbe\_Lve} = 1.88\text{E-}3$$

Lbe\_Lve : Pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{rp} = 5.00\text{E-}1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$\mathbf{rf} = 1.00\text{E-}1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$\mathbf{lfe} = 5.00\text{E-}2$$

Ife : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$te = 7.50E-1$$

$$te : Te / 8760$$

----- Rw -----

$$Rw = 0.00E+$$

Rw : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)

$$Rw = 0.00E+$$

Rw : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : Arrivée HT

$$NI = 2.40E-5$$

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$Ng = 2.00E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$AI = 2.40E+3$$

AI : Densité de foudroiement au sol

$$LL = 6.00E+1$$

LL : Longueur du service

$$Ci = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$Ce = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'environnement du service

$$Ct = 2.00E-1$$

Ct : Facteur de type du service

$$Ndj = 2.58E-6$$

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$Ng = 2.00E-1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$Adj = 2.58E+2$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$L = 3.00E+$$

L : Longueur

$$W = 2.00E+$$

W : Largeur

$$H = 2.50E+$$

H : Hauteur

$$Cdj = 2.50E-1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$Ct = 2.00E-1$$

Ct : Facteur de type de service

$$Pw = 1.00E+$$

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

$$P = 1.00E+$$

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$Pld = 1.00E+$$

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

$$Cld = 1.00E+$$

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$Lce\_Lme\_Lwe\_Lze = 1.88E-4$$

Lce\\_Lme\\_Lwe\\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

$$rp = 5.00E-1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$\mathbf{rf} = 1.00E-1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$\mathbf{lfe} = 5.00E-2$$

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{te} = 7.50E-1$$

te :  $T_e / 8760$

$$\mathbf{Rw} = 0.00E+$$

Rw : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : cfa

$$\mathbf{NI} = 2.00E-3$$

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{AI} = 4.00E+4$$

AI : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{LL} = 1.00E+3$$

LL : Longueur du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'environnement du service

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type du service

$$\mathbf{Ndj} = 0.00E+$$

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Adj} = 0.00E+$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$\mathbf{L} = 0.00E+$$

L : Longueur

$$\mathbf{W} = 0.00E+$$

W : Largeur

$$\mathbf{H} = 0.00E+$$

H : Hauteur

$$\mathbf{Cdj} = 2.50E-1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type de service

$$\mathbf{Pw} = 1.00E+$$

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{P} = 1.00E+$$

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Pld} = 1.00E+$$

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

$$\mathbf{Cld} = 1.00E+$$

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$\mathbf{Lce\_Lme\_Lwe\_Lze} = 1.88E-4$$

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{rp} = 5.00E-1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$\mathbf{rf} = 1.00E-1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$\mathbf{lfe} = 5.00E-2$$

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{te} = 7.50E-1$$

te :  $T_e / 8760$

$$\mathbf{Rw} = 0.00E+$$

Rw : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : CFO PV

$$\mathbf{NI} = 2.00E-4$$

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{AI} = 4.00E+3$$

AI : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{LL} = 1.00E+2$$

LL : Longueur du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'environnement du service

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type du service

$$\mathbf{Ndj} = 0.00E+$$

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Adj} = 0.00E+$$

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

$$\mathbf{L} = 0.00E+$$

L : Longueur

$$\mathbf{W} = 0.00E+$$

W : Largeur

$$\mathbf{H} = 0.00E+$$

H : Hauteur

$$\mathbf{Cdj} = 2.50E-1$$

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de type de service

$$\mathbf{Pw} = 1.00E+$$

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{P} = 1.00E+$$

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Pld} = 1.00E+$$

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

$$\mathbf{Cld} = 1.00E+$$

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

$$\mathbf{Lce\_Lme\_Lwe\_Lze} = 1.88E-4$$

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rw** = 0.00E+

Rw : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : CFO VESTIAIRE

**NI** = 4.00E-5

NI : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**AI** = 8.00E+2

AI : Densité de foudroiement au sol

**LL** = 2.00E+1

LL : Longueur du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'environnement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type du service

**Ndj** = 9.06E-5

Ndj : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Adj** = 1.81E+3

Adj : Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur une structure Adjacente

**L** = 2.00E+1

L : Longueur

**W** = 2.00E+1

W : Largeur

**H** = 4.00E+

H : Hauteur

**Cdj** = 2.50E-1

Cdj : Facteur d'emplacement de la structure adjacente

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de type de service

**Pw** = 1.00E+

Pw : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Pld** = 1.00E+

Pld : Probabilité de réduction de PU, PV et PW en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts sur le service connecté)

**Cld** = 1.00E+

Cld : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre directs sur un service

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

----- Rz -----

**Rz** = 0.00E+

Rz : Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)

**Rz** = 0.00E+

Rz : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : Arrivée HT

**Ni** = 2.40E-3

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ai** = 2.40E+5

Ai : Surface équivalente d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'emplacement du service

**Ct** = 2.00E-1

Ct : Facteur de transformateur

**Pz** = 1.00E-1

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pli** = 1.00E-1

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

**Cli** = 1.00E+

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre é proximité d'un service

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rz** = 0.00E+

Rz : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : cfa

**Ni** = 2.00E-1

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{Ai} = 4.00E+6$$

Ai : Surface équivalente d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'emplacement du service

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de transformateur

$$\mathbf{Pz} = 5.00E-1$$

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{Pli} = 5.00E-1$$

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

$$\mathbf{Cli} = 1.00E+$$

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre é proximité d'un service

$$\mathbf{P} = 1.00E+$$

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

$$\mathbf{Lce\_Lme\_Lwe\_Lze} = 1.88E-4$$

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{rp} = 5.00E-1$$

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

$$\mathbf{rf} = 1.00E-1$$

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

$$\mathbf{lfe} = 5.00E-2$$

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

$$\mathbf{te} = 7.50E-1$$

te :  $T_e / 8760$

$$\mathbf{Rz} = 0.00E+$$

Rz : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : CFO PV

$$\mathbf{Ni} = 2.00E-2$$

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

$$\mathbf{Ng} = 2.00E-1$$

Ng : Densité de foudroiement au sol

$$\mathbf{Ai} = 4.00E+5$$

Ai : Surface équivalente d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service

$$\mathbf{Ci} = 5.00E-1$$

Ci : Facteur d'installation du service

$$\mathbf{Ce} = 5.00E-1$$

Ce : Facteur d'emplacement du service

$$\mathbf{Ct} = 1.00E+$$

Ct : Facteur de transformateur

$$\mathbf{Pz} = 8.00E-2$$

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

$$\mathbf{Pli} = 8.00E-2$$

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

$$\mathbf{Cli} = 1.00E+$$

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre é proximité d'un service



**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**Rz** = 0.00E+

Rz : Composante associé aux défaillances des réseaux internes de la ligne : CFO VESTIAIRE

**Ni** = 4.00E-3

Ni : Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure

**Ng** = 2.00E-1

Ng : Densité de foudroiement au sol

**Ai** = 8.00E+4

Ai : Surface équivalente d'exposition des coups de foudre au sol à proximité du service

**Ci** = 5.00E-1

Ci : Facteur d'installation du service

**Ce** = 5.00E-1

Ce : Facteur d'emplacement du service

**Ct** = 1.00E+

Ct : Facteur de transformateur

**Pz** = 8.00E-2

Pz : Probabilité de défaillances des réseaux internes

**Pli** = 8.00E-2

Pli : Probabilité de réduction de PZ en fonction des caractéristiques du service et de la tension de tenue du matériel (impacts à proximité du service connecté)

**Cli** = 1.00E+

Cli : Facteur associé aux conditions de blindage, de mise à la terre et d'isolation du service concernant les coups de foudre é proximité d'un service

**P** = 1.00E+

P : Probabilité de réduction de PC, PM, PW et PZ avec l'installation de parafoudres coordonnés

**Lce\_Lme\_Lwe\_Lze** = 1.88E-4

Lce\_Lme\_Lwe\_Lze : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

**rp** = 5.00E-1

rp : Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie

**rf** = 1.00E-1

rf : Facteur réduisant les pertes dues aux dommages physiques associées au risque de feu dans la structure

**lfe** = 5.00E-2

lfe : Pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques

**te** = 7.50E-1

te : Te / 8760

**ANNEXE 2**

**Lexique**

<b>Armatures d'acier interconnectées</b>	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
<b>Barre d'équipotentialité</b>	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
<b>Borne ou barrette de coupure</b>	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
<b>Conducteur (masse) de référence</b>	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
<b>Conducteur d'équipotentialité</b>	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
<b>Conducteur de descente</b>	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
<b>Conducteur de protection (PE)</b>	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
<b>Coup de foudre</b>	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
<b>Coup de foudre direct</b>	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
<b>Coup de foudre indirect</b>	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
<b>Couplage</b>	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
<b>Dispositif de capture</b>	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
<b>Distance de séparation</b>	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
<b>Effet de couronne ou Corona</b>	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

**Effet réducteur**

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

**Electrode de terre**

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

**Equipements métalliques**

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

**Etincelle dangereuse (étincelage)**

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

**Foudre**

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

**Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)**

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

**Liaison équipotentielle**

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

**Mode commun (MC)**

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

**Mode différentiel (MD)**

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

**Niveau de protection**

Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.

**Parafoudre ou parasurtenseur**

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.

**Paratonnerre**

Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.

**P.D.A**

Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.

**Point d'impact**

Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.

**Prise de terre**

Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.

**Régime de neutre**

Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres:

- La première indique la position du neutre par rapport à la terre:

**I**: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance

**T**: neutre directement à la terre

- La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre:

**T**: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)

**N**: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (**N-S**), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (**N-C**).

**Réseau de masse**

Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.

**Réseau de terre**

Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

**Résistance de terre**

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms ( $\Omega$ ), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

**Surface équivalente**

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

**Surtension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

**Tension différentielle**

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.