

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

### TRANSPORTS GUISNEL SAINT-PIERRE-DU-MONT (40)

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

**TRANSPORTS GUISNEL  
SAINT-PIERRE-DU-MONT (40)**

**Référence document**



**RGC 23620**

**RESUME :**

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre d'un entrepôt logistique de la société **TRANSPORTS GUISNEL** sur la commune de **SAINT-PIERRE-DU-MONT** dans le département des Landes (40).

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **GUISNEL** 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 et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : <b>Martin GOIFFON</b> Date : 06/04/2018 Visa 	Nom : <b>Yoni GARCIA</b> Date : 06/04/2018 Visa 	<b>A</b>

**Diffusion : GROUPE GUISNEL**

A l'attention de Mr DUFOUR

Route de Dinan  
35120 DOL-DE-BRETAGNE  
Tél : 02.99.48.49.99  
Email : [alberic.dufour@guisnel.fr](mailto:alberic.dufour@guisnel.fr)

1 ex. PDF

**RG Consultant Arc Atlantique**

8 rue Jean Jaurès  
35000 Rennes  
Tél : +332 30 02 79 98

Email : [info@rg-consultant.com](mailto:info@rg-consultant.com)

Archive papier  
et informatique

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 23620	06/04/2018	Analyse du Risque Foudre

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR GUISNEL**

INTITULE	N°/ Fournis
Plan de masse	08/10/2017
Plan de coupe	08/10/2017
Rubriques ICPE	Non

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par **GUISNEL**, commanditaire de cette étude. 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 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE PUISSANCE .....	7
2.3 CARACTERISTIQUES DU RESEAU DE TELECOMMUNICATION .....	7
2.4 PROTECTION INCENDIE .....	7
2.5 CHEMINEMENT DES RESEAUX .....	7
2.6 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES .....	8
SOURCE : SELON INFOS CLIENTS .....	8
2.7 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS .....	8
<b>3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES .....</b>	<b>9</b>
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES .....	9
3.1 NORMES DE REFERENCES .....	9
<b>4. MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>10</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	10
4.2 LIMITE DE L’A.R.F .....	11
4.3 PRINCIPE DE L’ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 .....	11
<b>5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES .....</b>	<b>14</b>
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES .....	14
5.2 POTENTIELS DE DANGER .....	14
5.3 ZONES A RISQUES D’EXPLOSION .....	14
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS .....	15
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES .....	16
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L’ANALYSE DE RISQUE Foudre .....	17
<b>6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>18</b>
6.1 DONNEES GENERALES .....	18
6.2 ENTREPOT .....	19
6.2.1 Structure .....	19
6.2.2 Données et caractéristiques de la structure .....	19
6.2.3 Données et caractéristiques des services .....	20
6.2.4 Données et caractéristiques de la zone .....	22
6.2.5 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) .....	24
<b>7. SYNTHÈSE .....</b>	<b>27</b>

## **ANNEXES**

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

**Annexe 2** : Liste des paramètres

**Annexe 3** : Lexique

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Objet

La société **TRANSPORTS GUISNEL** exploite sur son site de **SAINT-PIERRE-DU-MONT** dans le département des **Landes** (40) un entrepôt logistique soumis à extension.

Aux termes des évolutions sur site, l'établissement sera soumis à Enregistrement au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, et sera 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



**Plan n°1** : Site de SAINT-PIERRE-DU-MONT (Source GoogleEarth)

Le bâtiment logistique est composé actuellement de deux cellules de stockage (4 160 et 2 200m<sup>2</sup>). Une troisième cellule de 2 169m<sup>2</sup> est prévue sur site. La cellule historique de 4 160m<sup>2</sup> sera découpée en deux cellules < 3 000m<sup>2</sup>.

L'établissement regroupera ainsi les installations suivantes :

- Quatre cellules de stockage,
- Un local de charge dans la cellule la plus grande,
- Des zones abritant les bureaux et les locaux sociaux,
- Une station de distribution de carburant et sa cuve,
- Une station de lavage des PL,
- Des aires de parking,
- Des bassins d'orage et de rétention en bordure de site.

## 2.2 Caractéristiques du réseau de puissance

Le site est alimenté par une ligne basse tension souterraine issue du réseau ENEDIS vers un TGBT présent dans la cellule de 4 160m<sup>2</sup>.  
Le régime de neutre du site est TNS.

La distribution est réalisée via un poste HT/BT public présent en bordure de site.

## 2.3 Caractéristiques du réseau de télécommunication

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne souterraine 19 paires (câblées) analogiques depuis le local autocom en zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être recensées:

- Ligne report d'alarme intrusion/incendie vers société de télésurveillance et astreinte.

## 2.4 Protection incendie

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

- Extincteurs et RIA,
- SDI, CMSI et AES,
- Murs coupe-feu 2h entre les différentes cellules,
- Surpresseur RIA,
- Poteaux et bassin incendie.

## 2.5 Cheminement des réseaux

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	Nom	Relié à	Type
Entrepôt	70	Alimentation BT	Poste de transformation HT/BT	Souterrain
	10	Alimentation BT	Station carburants	Souterrain
	20	Alimentation BT	Station lavage	Souterrain
	1 000	Téléphonie	Orange	Souterrain

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



**2.6 Liste des canalisations entrantes et sortantes**

Zone	Nom
Entrepôt	Canalisation eau (PE)

**Source** : Selon infos clients

**2.7 Mise à la terre des installations**

L'ossature métallique des différentes cellules est raccordée à la terre via une tresse en cuivre nu 25mm<sup>2</sup>.

### **3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES**

#### **3.1 Textes réglementaires**

**Arrêté du 4 octobre 2010** modifié par **l'arrêté du 11 mai 2015** 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.

#### **3.1 Normes de références**

**NF EN 62 305-1** (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

**NF EN 62 305-2** (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

**NF EN 62 305-3** (C 17-100-3) – décembre 2006 [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 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

**Guide UTE C 15-712** - Juillet 2010 [Installations photovoltaïques].

## 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

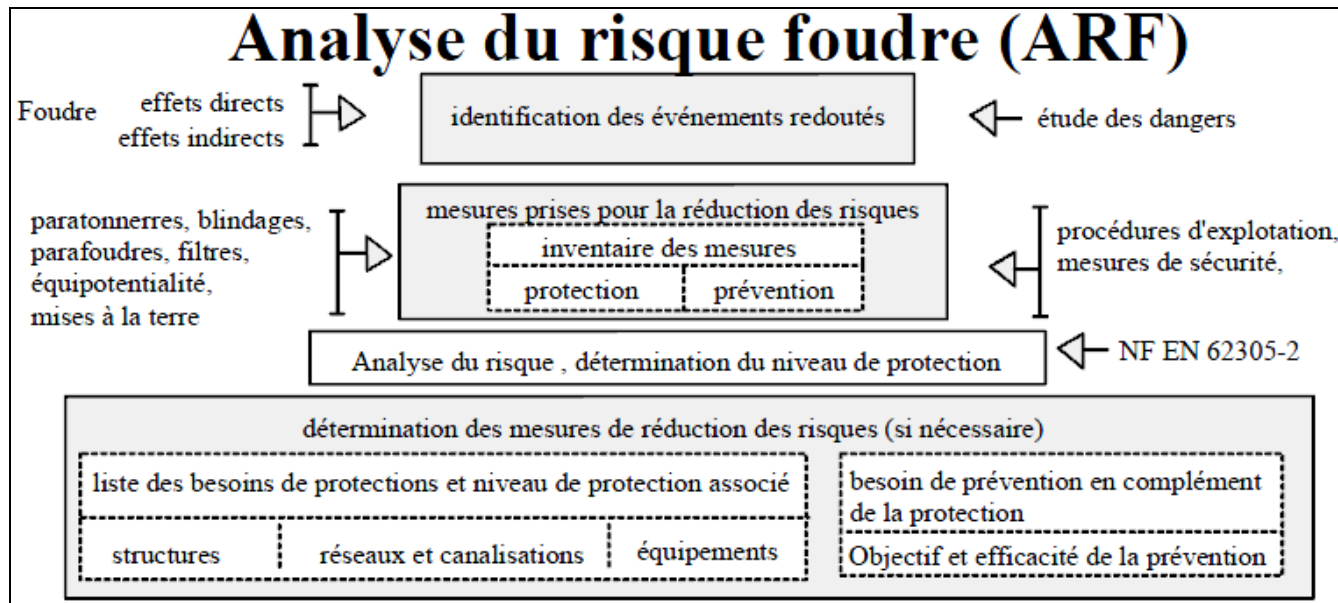
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- 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 :



#### 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.

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

(\*) : 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	
<b>Impact sur la structure (S1)</b>	$R_A$	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
<b>Impact à proximité de la structure (S2)</b>	$R_M$	Défaillances des réseaux internes
<b>Impact sur un service connecté à la structure (S3)</b>	$R_U$	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
<b>Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)</b>	$R_Z$	Défaillances des réseaux internes

- 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

## 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 fixées par un arrêté préfectoral et visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Les rubriques concernées sont les suivantes :

N° rubrique	Désignation de l'activité	Capacité de l'installation	Régime Rayon d'affichage
1510	<b>Entrepôts couverts</b> (stockage de matières, produits ou substances combustibles en quantité supérieure à 500 t dans des). Le volume des entrepôts étant compris entre 50 000 et 300 000 m <sup>3</sup> . (E)	-	E

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

Elle conduit à déterminer les niveaux de protection à mettre en place, afin de les rendre acceptables d'une part, pour la qualité de l'environnement, la sécurité des personnes, la sûreté des installations dans un cadre réglementaire et d'autre part, pour la continuité de l'exploitation dans un cadre volontaire.

### 5.2 Potentiels de danger

Nous ne disposons d'aucune information à ce stade de l'étude sur les éventuels dangers sur site.

Nous estimons qu'en raison des activités, les évènements majorants redoutés sont les suivants :

- Un incendie principalement au niveau des cellules de stockage,
- Une explosion dans un local de charge.

### 5.3 Zones à risques d'explosion

Aucune information ne nous a été transmise à ce stade de l'étude concernant les éventuelles zones ATEX sur site. Nous considérons néanmoins les zones suivantes :

- Zone de chargement des batteries.

#### 5.4 Événements 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>
Percement 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 n° 1** : 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
SDI / CMSI / AES	Oui
Centrale de détection intrusion	Oui
Surpresseur RIA	Oui
Centrale de détection hydrogène locaux charge (A confirmer)	Oui
Centrale Report alarme vers télésurveillance	Oui

**Tableau n° 2** : Liste des équipements de sécurité

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

En fonction de leur taille 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 statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe <sup>1</sup>
Entrepôt	X	

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

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

Par conséquent, quelque soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme 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, stockage 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 le département des <b>Landes</b> (40) données fournies par METEORAGE	Nsg = 0,95 (coups de foudre / km <sup>2</sup> / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

\*La nature du sol par sa résistivité influe sur le niveau de perturbation conduite sur les lignes externes entrantes ou sortantes dans les zones dangereuses ou les liaisons entre équipements. Cette valeur est utilisée dans le calcul de l'ARF. La valeur au-delà de laquelle il n'y a guère d'influence est de 500 Ωm.

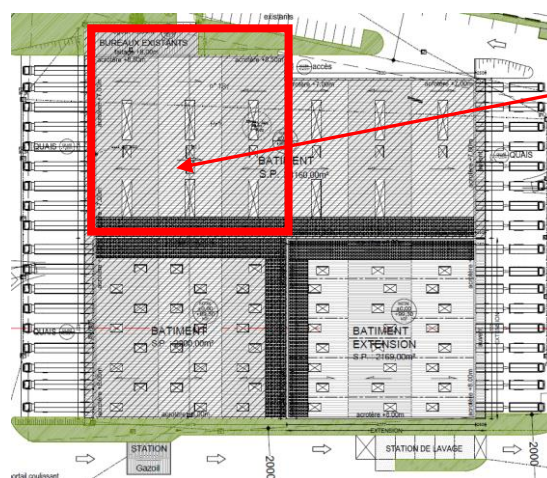
**Définition des zones**

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.



Après réalisation d'une Analyse de Risque en découpage de cellule, le risque n'en ressort pas minoré par rapport à l'utilisation de la structure entière. Afin de minimiser les travaux, la surface entière du bâtiment sera analysée.

## 6.2 Entrepôt

### 6.2.1 Structure

Contenu	Cellules de Stockage, locaux techniques et sociaux
Dimension	100,0 m x 100,0 m x 8,5 m
Structure	Structure IPN métallique, murs séparatifs REI120, façades bardage double peau, toit terrasse sur membrane
Dangers	Incendie
Réseau de terre	MALT 25 <sup>2</sup>

### 6.2.2 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,22 E-02 km <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,25	Entouré d'objets plus hauts
Protection existante contre les effets directs	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	$K_{S1}$	1	Aucun blindage

#### Justification des paramètres encodés

##### **Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)**

Objets de hauteur plus importante à proximité.

Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

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

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

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

### 6.2.3 Données et caractéristiques des services

Les caractéristiques retenues pour ces liaisons sont données dans le tableau ci-après.

Numéro de liaison	Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments			
	1	2	3	4
<b>PARAMETRES</b>	<b>Alimentation BT</b>	<b>Carburants</b>	<b>lavage</b>	<b>Arrivée téléphonique</b>
<i>Longueur de la section du service <math>L_c</math></i>	70	10	20	1000
<i>Hauteur de la ligne si aérienne <math>H</math></i>	-	-	-	-
<i>Hauteur de la structure adjacente <math>H_a</math></i>	2,5	5,0	3,0	-
<i>Dimensions maximales de la structure adjacente <math>L_a \times W_a</math></i>	3,0 x 4,0	8,0 x 11,0	5,0 x 3,0	-
<i>Facteur d'emplacement de la ligne <math>C_d</math></i>	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>Facteur d'environnement de la ligne <math>C_e</math></i>	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Tension de tenue aux chocs du réseau <math>U_w</math></i>	4 kV	2,5 kV	2,5 kV	1,5kV
<i>Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne <math>K_{s3}</math></i>	0,02	0,02	0,02	0,001
<i>Protection surtension sur ce service <math>P_{SPD}</math></i>	1	1	1	1

#### Justification des paramètres encodés

##### **Paramètre $L_c$ (Longueur de la section du service)**

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

##### **Paramètres $L_a$ , $W_a$ , $H_a$ , $H_{pa}$ (caractéristiques de la structure adjacente)**

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

##### **Paramètre $C_d$ (facteur d'emplacement de ligne)**

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

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

Le site se situe en zone suburbaine. Nous indiquons la valeur = 0,5

**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 lignes de distribution 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, nous choisissons la valeur  $K_{S3} = 0,02$  car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de  $0,5 \text{ m}^2$ .

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur  $K_{S3} = 0,001$ , car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance  $R_s$  comprise entre  $5 < R_s < 20 \text{ /km}$  relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

**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

6.2.4 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
<b>Facteur de réduction associé au type de sol</b>	$r_t$	0,01	Béton
<b>Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service</b>	$P_{TU}$	1	Aucune mesure de protection
<b>Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure</b>	$P_{TA}$	1	Aucune mesure de protection
<b>Dispositions réduisant la conséquence de feu</b>	$r_p$	0,5	Manuelles
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	$r_f$	0,1	Elevé
<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	$L_f$	$5 \times 10^{-2}$	Structure Industrielle
<b>Présence d'un danger particulier</b>	$h_z$	2	Risque faible
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	$L_0$	0	NA

**Paramètre  $r_t$  (facteur de réduction associé au type de sol)**

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

**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)**

La zone sera équipée de systèmes de détection contre l'incendie. La valeur est = 0,5.

**Paramètre  $r_f$  (facteur de réduction associé au risque d'incendie)**

Le risque d'incendie estimé est « élevé » en raison du pouvoir calorifique des matériaux stockés. La valeur est = 0,1.

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

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur  $L_f = 0,05$ .

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

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur hz = 2

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison des activités du bâtiment.

***Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)***

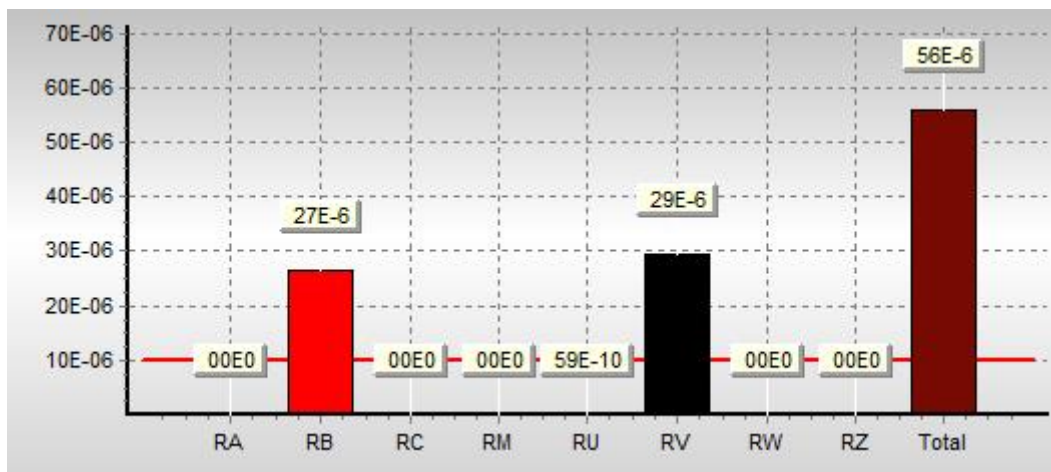
Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.



6.2.5 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	Entrepôt	5,60 E <sup>-5</sup>	>	1 x 10 <sup>-5</sup>



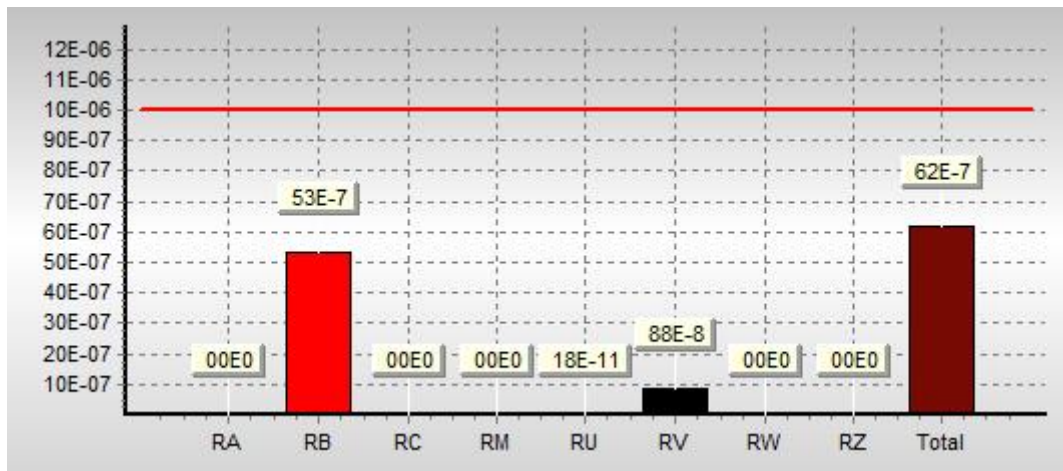
Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
2,64E-05	2,64E-07				2,67E-05
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
5,86E-09	0,00E+00				5,86E-09
2,93E-05	0,00E+00				2,93E-05
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
5,57E-05	2,64E-07				5,60E-05

L'Entrepôt 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	Entrepôt	$6,20 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$



Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
5,27E-06	5,27E-08				5,32E-06
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
1,76E-10	0,00E+00				1,76E-10
8,80E-07	0,00E+00				8,80E-07
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
<b>6,15E-06</b>	<b>5,27E-08</b>				<b>6,20E-06</b>

L'**Entrepôt** a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

**Choix des mesures de protection**

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont  $R_B$ ,  $R_V$  :

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.

Nous préconisons alors afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable :

**Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et 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 :

<i>Structure</i>	<i>Protection effets directs</i>	<i>Protection effets indirects</i>
<i>Entrepôt</i>	Protection de <b>niveau IV</b>	Protection par parafoudres de <b>niveau IV</b>
<i>MMR</i>	Aucune nécessité de protection	Protection par parafoudres des installations référencées en §5.5
<i>Canalisations métalliques</i>	Aucune nécessité de protection	Aucune nécessité de protection

**Prévention :** L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise d'une procédure de Prévention pendant les périodes orageuses

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 JUPITER VERSION 2.0  
conforme à la norme NF EN 62305-2**

**Analyse du Risque Foudre****RAPPORT TECHNIQUE****Protection contre la foudre****Évaluation des risques  
Sélection des mesures de protection**

GUISNEL SAINT PIERRE DU MONT

**INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
  - 4.1 Densité de foudroiement.
  - 4.2 Données de la structure.
  - 4.3 Données des lignes électriques.
  - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
  - 6.1 Risque  $R_1$  perte en vies humaines
    - 6.1.1 Calcul du risque  $R_1$
    - 6.1.2 Evaluation des risques  $R_1$
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

## 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

## 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux  
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques  
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie  
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures  
mars 2006;

## 3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

## 4. DONNEES D'ENTREES

### 4.1 Densité de foudroiemnt

Densité de foudroiemnt dans la ville de où se trouve la structure :

$$N_g = 1,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

#### 4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 100 B (m): 100 H (m): 8,5

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

#### 4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation BT
- Ligne de puissance: Distribution BT
- Ligne de puissance: Distribution BT
- Ligne Telecom: Télécom

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

#### 4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Stockage

Z2: Administration

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.



## 5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition  $A_d$  due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition  $A_m$  due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition  $A_l$  et  $A_i$  pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions ( $A$ ) et du nombre annuel d'événements dangereux ( $N$ ) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage ( $P$ ) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

## 6. EVALUATION DES RISQUES

### 6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

#### 6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Stockage

RB: 2,64E-05

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

RU(courants forts): 2,66E-10

RV(courants forts): 1,33E-06

RW(courants forts): 0,00E+00

RZ(courants forts): 0,00E+00

RU(station de carburants): 3,24E-10

RV(station de carburants): 1,62E-06

RW(station de carburants): 0,00E+00

RZ(station de carburants): 0,00E+00

RU(station de lavage): 9,82E-11

RV(station de lavage): 4,91E-07

RW(station de lavage): 0,00E+00

RZ(station de lavage): 0,00E+00

RU(télécom): 5,18E-09

RV(télécom): 2,59E-05

RW(télécom): 0,00E+00

RZ(télécom): 0,00E+00

Total: 5,57E-05

Z2: Administration  
RB: 2,64E-07  
RC: 0,00E+00  
RM: 0,00E+00  
Total: 2,64E-07

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,60E-05

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 5,60E-05 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de le réduire. Les composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Stockage  
RD = 47,1175 %  
RI = 52,4113 %  
Total = 99,5288 %  
RS = 0,0105 %  
RF = 99,5183 %  
RO = 0 %  
Total = 99,5288 %

Z2 - Administration  
RD = 0,4712 %  
RI = 0 %  
Total = 0,4712 %  
RS = 0 %  
RF = 0,4712 %  
RO = 0 %  
Total = 0,4712 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Stockage (99,5288 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RB = 47,3406 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (télécom) = 46,4673 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

## **7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION**

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable  $RT = 1E-05$ , il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
  - Z1 - Stockage
- RV dans les zones:
  - Z1 - Stockage

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
  - 1) Paratonnerre
  - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
  - 1) Paratonnerre
  - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
  - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
  - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau IV ( $P_b = 0,2$ )
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Distribution BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne3 - Distribution BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne4 - Télécom:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.  
Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Stockage

$$P_a = 1,00E+00$$

$$P_b = 0,2$$

$$P_c \text{ (courants forts)} = 1,00E+00$$

$$P_c \text{ (station de carburants)} = 1,00E+00$$

$$P_c \text{ (station de lavage)} = 1,00E+00$$

$$P_c \text{ (télécom)} = 1,00E+00$$

$$P_c = 1,00E+00$$

$$P_m \text{ (courants forts)} = 1,00E-04$$

$$P_m \text{ (station de carburants)} = 1,00E-04$$

$$P_m \text{ (station de lavage)} = 1,00E-04$$

$$P_m \text{ (télécom)} = 1,00E-04$$

$$P_m = 4,00E-04$$

$$P_u \text{ (courants forts)} = 3,00E-02$$

$$P_v \text{ (courants forts)} = 3,00E-02$$

$$P_w \text{ (courants forts)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (courants forts)} = 2,00E-01$$

$$P_u \text{ (station de carburants)} = 3,00E-02$$

$$P_v \text{ (station de carburants)} = 3,00E-02$$

$$P_w \text{ (station de carburants)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (station de carburants)} = 2,00E-01$$

$$P_u \text{ (station de lavage)} = 3,00E-02$$

$$P_v \text{ (station de lavage)} = 3,00E-02$$

$$P_w \text{ (station de lavage)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (station de lavage)} = 2,00E-01$$

$$P_u \text{ (télécom)} = 3,00E-02$$

$$P_v \text{ (télécom)} = 3,00E-02$$

$$P_w \text{ (télécom)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (télécom)} = 1,50E-01$$

$$r_a = 0,01$$

$$r_p = 0,5$$

$$r_f = 0,1$$

$$h = 2$$

Zone Z2: Administration

$$P_a = 1,00E+00$$

$$P_b = 0,2$$

$$P_c = 1,00E+00$$

$$P_m = 1,00E+00$$

$$r_a = 0,01$$

$$r_p = 0,5$$

rf = 0,001  
h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Stockage

RB: 5,27E-06

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

RU(courants forts): 7,99E-12

RV(courants forts): 3,99E-08

RW(courants forts): 0,00E+00

RZ(courants forts): 0,00E+00

RU(station de carburants): 9,72E-12

RV(station de carburants): 4,86E-08

RW(station de carburants): 0,00E+00

RZ(station de carburants): 0,00E+00

RU(station de lavage): 2,95E-12

RV(station de lavage): 1,47E-08

RW(station de lavage): 0,00E+00

RZ(station de lavage): 0,00E+00

RU(télécom): 1,55E-10

RV(télécom): 7,76E-07

RW(télécom): 0,00E+00

RZ(télécom): 0,00E+00

Total: 6,15E-06

Z2: Administration

RB: 5,27E-08

RC: 0,00E+00

RM: 0,00E+00

Total: 5,27E-08

Valeur du risque total R1 pour la structure : 6,20E-06

## 8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus),  
l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

**SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.**

Date 09/04/2018

Cachet et signature

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 100 B (m): 100 H (m): 8,5  
 Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ( $C_d = 0,25$ )  
 Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ( $1/\text{km}^2 \text{ an}$ )  $N_g = 0,95$

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

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

Longueur (m)  $L_c = 70$

résistivité (ohm.m)  $\rho = 500$

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

Facteur environnemental ( $C_e$ ): suburbains ( $h < 10 \text{ m}$ )

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 4 B (m): 3 H (m): 2,5

Facteur d'emplacement de la structure adjacente ( $C_d$ ): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Distribution BT

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

Longueur (m)  $L_c = 10$

résistivité (ohm.m)  $\rho = 500$

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

Facteur environnemental ( $C_e$ ): suburbains ( $h < 10 \text{ m}$ )

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 11 B (m): 8 H (m): 5

Facteur d'emplacement de la structure adjacente ( $C_d$ ): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Distribution BT

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

Longueur (m)  $L_c = 20$

résistivité (ohm.m)  $\rho = 500$

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

Facteur environnemental ( $C_e$ ): suburbains ( $h < 10 \text{ m}$ )

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 5 B (m): 3 H (m): 3

Facteur d'emplacement de la structure adjacente ( $C_d$ ): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Télécom

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

Longueur (m)  $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m)  $\rho = 500$

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

Facteur environnemental ( $C_e$ ): suburbains ( $h < 10 \text{ m}$ )

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20 \text{ ohm/km}$

## APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Stockage

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $r_u = 0,01$ )

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

### Réseaux internecourants forts

Connecté à la ligne Alimentation BT

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

Tension de tenue: 4,0 kV

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

### Réseaux internestation de carburants

Connecté à la ligne Distribution BT

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

Tension de tenue: 4,0 kV

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

### Réseaux internestation de lavage

Connecté à la ligne Distribution BT

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

Tension de tenue: 4,0 kV

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

### Réseaux internetélécom

Connecté à la ligne Télécom

câblage: câble blindé  $5 < R \leq 20 \text{ ohm / km}$  ( $K_{s3} = 0,001$ )

Tension de tenue: 1,5 kV

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

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Stockage

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

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

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la  $R_1$ ) =  $L_o0$

Risque et composantes du risque pour la zone: Stockage

Risque 1:  $R_b$   $R_c$   $R_m$   $R_u$   $R_v$   $R_w$   $R_z$

Caractéristiques de la zone: Administration

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ( $r_u = 0,01$ )

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

Danger particulier: Niveau de panique faible ( $h = 2$ )  
 Protections contre le feu: actionnés manuellement ( $r_p = 0,5$ )  
 zone de protection: Aucun bouclier  
 Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Administration  
 Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1)  $L_t = 0,0001$   
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1)  $L_f = 0,05$   
 Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) =  $L_o0$

Risque et composantes du risque pour la zone: Administration  
 Risque 1:  $R_b$   $R_c$   $R_m$   $R_u$   $R_v$   $R_w$   $R_z$

**APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.**

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure  $A_d = 2,22E-02$  km<sup>2</sup>  
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure  $A_m = 3,06E-01$  km<sup>2</sup>  
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure  $N_d = 5,27E-03$   
 Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure  $N_m = 2,85E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation BT  
 $A_l = 0,000827$  km<sup>2</sup>  
 $A_i = 0,039131$  km<sup>2</sup>

Distribution BT  
 $A_l = 0,000000$  km<sup>2</sup>  
 $A_i = 0,005590$  km<sup>2</sup>

Distribution BT  
 $A_l = 0,000000$  km<sup>2</sup>  
 $A_i = 0,011180$  km<sup>2</sup>



Télécom

AI = 0,021790 km<sup>2</sup>

Ai = 0,559017 km<sup>2</sup>

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

Alimentation BT

NI = 0,000196

Ni = 0,018587

Distribution BT

NI = 0,000000

Ni = 0,002655

Distribution BT

NI = 0,000000

Ni = 0,005311

Télécom

NI = 0,005175

Ni = 0,265533

### APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Stockage

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (courants forts) = 1,00E+00

Pc (station de carburants) = 1,00E+00

Pc (station de lavage) = 1,00E+00

Pc (télécom) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (courants forts) = 1,00E-04

Pm (station de carburants) = 1,00E-04

Pm (station de lavage) = 1,00E-04

Pm (télécom) = 1,00E-04

Pm = 4,00E-04

Pu (courants forts) = 1,00E+00

Pv (courants forts) = 1,00E+00

Pw (courants forts) = 1,00E+00

Pz (courants forts) = 2,00E-01

Pu (station de carburants) = 1,00E+00

Pv (station de carburants) = 1,00E+00

Pw (station de carburants) = 1,00E+00

Pz (station de carburants) = 2,00E-01

Pu (station de lavage) = 1,00E+00

Pv (station de lavage) = 1,00E+00

Pw (station de lavage) = 1,00E+00

Pz (station de lavage) = 2,00E-01

Pu (télécom) = 1,00E+00

Pv (télécom) = 1,00E+00

Pw (télécom) = 1,00E+00

Pz (télécom) = 1,50E-01

**Zone Z2: Administration**

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

**ANNEXE 2**

**Liste des paramètres**

**Données et caractéristiques de la structure**

				param choisi
Longueur de la structure		$L_b$	m	m
Largeur de la structure		$W_b$	m	m
Hauteur de la structure		$H_b$	m	m
Hauteur des protubérances du toit mesurée à partir du sol		$H_{pb}$	m	m
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de même hauteur ou + petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Probabilité de dommages physiques sur une structure	Structure non protégée par SPF	$P_B$	1	
	Structure protégée par SPF niveau IV	$P_B$	0,2	
	Structure protégée par SPF niveau III	$P_B$	0,1	
	Structure protégée par SPF niveau II	$P_B$	0,05	
	Structure protégée par SPF niveau I	$P_B$	0,02	
	SPF niveau I et armatures en métal continues ou en bétonarmé agissant comme descentes naturelles	$P_B$	0,01	
	Idem avec toiture métallique	$P_B$	0,001	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	$K_{S1}$	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	$K_{S1}$	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	$K_{S1}$	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	$K_{S1}$	0,0001-0,00001	
Densité de foudroiement au sol	Suivant carte de la France	$N_g$		
Nombre total de personnes attendues dans la structure		$n_t$		

**Caractéristiques de la zone**

				param choisi
Facteur de réduction associé au type de plancher (intérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r <sub>u</sub>	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r <sub>u</sub>	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette	r <sub>u</sub>	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, lino, bois	r <sub>u</sub>	0,00001	
	Autres	r <sub>u</sub>	0	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)	Pas de mesures de protection	PU	1	
	Plaques d'avertissement	PU	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PU	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PU	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PU	0	
Facteur de réduction associé au type de sol (extérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r <sub>a</sub>	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r <sub>a</sub>	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette, tapis	r <sub>a</sub>	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, linoleum, bois	r <sub>a</sub>	0,00001	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)	Pas de mesures de protection	PA	1	
	Plaques d'avertissement	PA	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PA	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PA	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PA	0	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	K <sub>S2</sub>	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	K <sub>S2</sub>	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	K <sub>S3</sub>	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	K <sub>S2</sub>	0,0001-0,00001	
Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie	Pas de disposition	r <sub>p</sub>	1	
	Extincteurs, installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées manuellement	r <sub>p</sub>	0,5	
	Installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées automatiquement	r <sub>p</sub>	0,2	
Risque d'incendie	Explosion	r <sub>f</sub>	1	
	Elevé	r <sub>f</sub>	0,1	
	Ordinaire	r <sub>f</sub>	0,01	
	Faible	r <sub>f</sub>	0,001	
	Aucun	r <sub>f</sub>	0	
Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)		n <sub>p</sub>		

**Données et caractéristiques de la ligne de puissance**

				param choisi
Résistivité du sol		$\rho$	500 ohm.m	
Longueur de la section du service		$L_c$	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	$H_c$		
	Ligne non enterrée	$H_c$	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service	Service avec transformateur à 2 enroulements	$C_t$	0,2	
	Service uniquement	$C_t$	1	
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	$C_e$	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	$C_e$	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	$C_e$	0,5	
	Rural	$C_e$	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		$U_w$	1,5 - 2,5 - 4 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écranté - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	1	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3}$	0,2	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	0,02	
	Câble écranté avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	$K_{S3}$	0,001	
	Câble écranté avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	$K_{S3}$	0,0002	
	Câble écranté avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	$K_{S3}$	0,0001	
Facteur associé à la tension de tenue aux		$K_{S4}$	1	

chocs d'un réseau				
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	1	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,8	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LD</sub>	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,15	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,04	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si Uw = 1,5 kV	P <sub>LI</sub>	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	P <sub>SPD</sub>	1	
	Niveau de protection III-IV	P <sub>SPD</sub>	0,03	
	Niveau de protection II	P <sub>SPD</sub>	0,02	
	Niveau de protection I	P <sub>SPD</sub>	0,01	
	Niveau de protection I +	P <sub>SPD</sub>	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C <sub>da</sub>	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>da</sub>	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C <sub>da</sub>	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>da</sub>	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		L <sub>a</sub>	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		W <sub>a</sub>	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>a</sub>	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H <sub>pa</sub>	m	

**Données et caractéristiques de la ligne de communication**

				param choisi
Résistivité du sol		$\rho$	500 ohm. m	
Longueur de la section du service		$L_c$	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	$H_c$		
	Ligne non enterrée	$H_c$	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service		$C_t$		pas
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_d$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d$	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	$C_e$	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	$C_e$	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	$C_e$	0,5	
	Rural	$C_e$	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		$U_w$	1,5 - 2,5 - 4 - 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écrané - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	1	
	Câble non écrané - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3}$	0,2	
	Câble non écrané - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3}$	0,02	
	Câble écrané avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	$K_{S3}$	0,001	
	Câble écrané avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	$K_{S3}$	0,000 2	
	Câble écrané avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	$K_{S3}$	0,000 1	
Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau		$K_{S4}$	1	



Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de $R_s$ et $U_w$	$5 < R_s \leq 20$ ohms/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LD}$	1	
	$1 < R_s \leq 5$ ohms/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LD}$	0,8	
	$R_s < 1$ ohm/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LD}$	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de $R_s$ et $U_w$	$5 < R_s \leq 20$ ohms/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LI}$	0,15	
	$1 < R_s \leq 5$ ohms/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LI}$	0,04	
	$R_s < 1$ ohm/km si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LI}$	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si $U_w = 1,5$ kV	$P_{LI}$	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	$P_{SPD}$	1	
	Niveau de protection III-IV	$P_{SPD}$	0,03	
	Niveau de protection II	$P_{SPD}$	0,02	
	Niveau de protection I	$P_{SPD}$	0,01	
	Niveau de protection I +	$P_{SPD}$	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	$C_{da}$	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_{da}$	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	$C_{da}$	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_{da}$	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		$L_a$	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		$W_a$	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		$H_a$	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		$H_{pa}$	m	

**Perte humaine**

				param choisi
Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas	Tout type - (personnes à l'intérieur des bâtiments)	L <sub>t</sub>	0,0001	
	Tout type - (personnes à l'extérieur des bâtiments)	L <sub>t</sub>	0,01	
Pertes dues aux dommages physiques	Hopitaux, hôtels, bâtiments civils	L <sub>f</sub>	0,1	
	Industrielle, commerciale, scolaire	L <sub>f</sub>	0,05	
	Publique, églises, musées	L <sub>f</sub>	0,02	
	Autres	L <sub>f</sub>	0,01	
Facteur augmentant les pertes en présence d'un danger particulier	Pas de danger particulier	h <sub>z</sub>	1	
	Faible niveau de panique	h <sub>z</sub>	2	
	Niveau de panique moyen	h <sub>z</sub>	5	
	Difficulté d'évacuation	h <sub>z</sub>	5	
	Niveau de panique élevé	h <sub>z</sub>	10	
	Danger pour l'environnement	h <sub>z</sub>	20	
	Contamination de l'environnement	h <sub>z</sub>	50	
Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	Structure avec risques d'explosion	L <sub>o</sub>	0,1	
	Hôpitaux	L <sub>o</sub>	0,001	
	Autres	L <sub>o</sub>	0	
Risque tolérable		R <sub>t</sub>	0,00001	0,00001

**ANNEXE 3**

**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 la 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.

**Sur tension**

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.