RG Consultant
INGÉNIERIE FOUDRE

25 Avenue des Saules (Métro B) – 69600 OULLINS – France
Tél. +33 (0)4 37 41 16 10 * Fax +33 (0)4 72 30 13 36

8 Rue Jean Jaurès – 35000 RENNES - France
Tél. +33 (0)2 30 02 79 98

info@rg-consultant.com
www.rg-consultant.com

Qualifoudre INERIS N° 071179534036

FÉDÉRATION CINOV
N° d'adhésion 2508

ANALYSE DU RISQUE FOUDRE SELON NF EN 62305-2

GALLIANCE
EXTENSION 2020
LE BIGNON (44)

GALLIANCE
LE BIGNON

*SARL **RG Consultant** au capital de 20 000 Euros - R C S LYON 409733995 - SIRET 40973399500032*
APE 7490 B (Ingénieur conseil) T.V.A. FR 52 409 733 995
BNP PARIBAS NORD France ENTR 30004 02323 00011674064 78
Organisme de formation n° 826906449

GALLIANCE
Projet d'extension
Ligne 5, local Epice et Chaufferie
LE BIGNON (44)

Référence document
RGC 24 872

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre des projets d'extension de la société **GALLIANCE**, situé sur la commune du **BIGNON** dans le département de la **Loire Atlantique (44).**

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **GALLIANCE** 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 : **Thomas MARTIN** Date : 10/02/2020 Visa	Nom : **Martin GIFFON** Date : 21/02/2020 Visa	**A**

DIFFUSION :

GALLIANCE	RG CONSULTANT	RG CONSULTANT Arc Atlantique
Parc d'activité ''La Forêt '' 44140 LE BIGNON	25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com	8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 24 872	10/02/2020	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR GALLIANCE

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude des Dangers ou Résumé non technique	Oui	10_50240906_V1
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Oui	ARF RGC 22 193
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Non	
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Oui	ARF RGC 22 193
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Non	
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	ST VL LBI ODE 008 n°1
Plan de coupe	Oui	APS PLP-USINE-BIGNO2-2019-003 ICPE-PLF
Plan des façades	Oui	APS PLP-USINE-BIGNO2-2019-003 ICPE-PLF
Plan de zonage ATEX	Oui	Ev ATEX G.MORILLON BINON

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 5

1.1 OBJET 5

2. PRESENTATION GENERALE DU SITE 6

2.1 GENERALITES 6
2.1 PERSONNEL SUR SITE 7
2.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS 8
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES 8
2.1 PROTECTION INCENDIE 8
2.2 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS 9
2.3 CHEMINEMENTS DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLE GENERAUX DU SITE 9
2.4 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES 10

3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES 11

3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES 11
3.2 NORMES DE REFERENCES 11

4. MÉTHODOLOGIE 12

4.1 PRESENTATION GENERALE 12
4.2 LIMITE DE L'A.R.F 13
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1 13

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES 16

5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES 16
5.2 POTENTIELS DE DANGER 16
5.1 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION 17
5.2 EVENEMENTS INITIATEURS 18
5.3 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES 19
5.4 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE FOUDRE 20

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE 21

6.1 DONNEES GENERALES 21
6.2 BATIMENT USINE 22
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure 22
6.2.2 Données et caractéristiques des services 23
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone 24
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) 26
6.3 CHAUFFERIE 29
6.3.1 Données et caractéristiques de la structure 29
6.3.2 Données et caractéristiques des services 30
6.3.3 Données et caractéristiques de la zone 31
6.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine) 33

7. SYNTHESE 36

ANNEXES

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

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Dans le cadre du projet d'**extension de la Ligne 5 et du local épices**, ainsi que la création d'une **Chaufferie fluide thermique** de la société **GALLIANCE** basée sur la commune **du Bignon**, une mise à jour de l'Analyse de Risque Foudre est réalisée.

Le site est soumis à Enregistrement et Autorisation au titre de 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

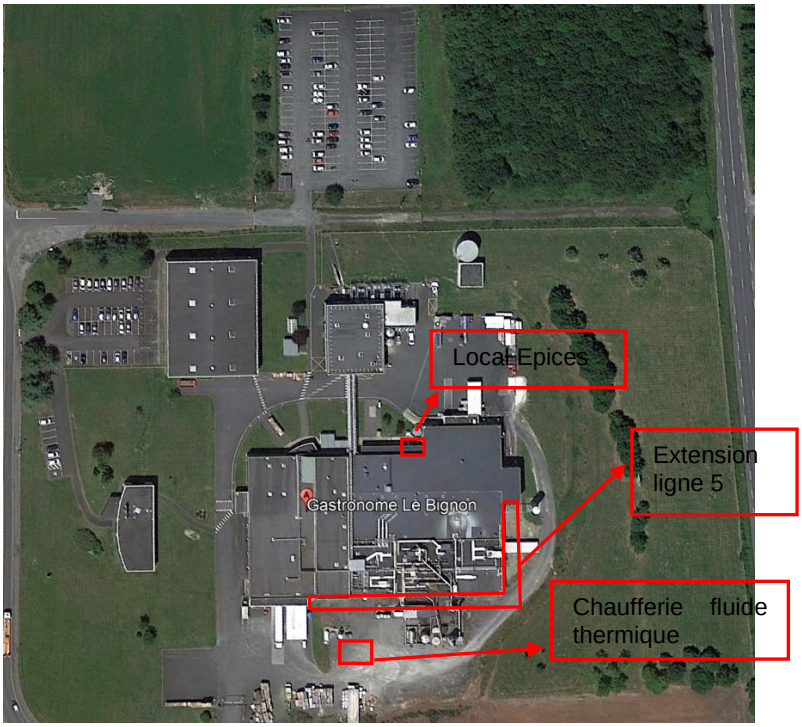
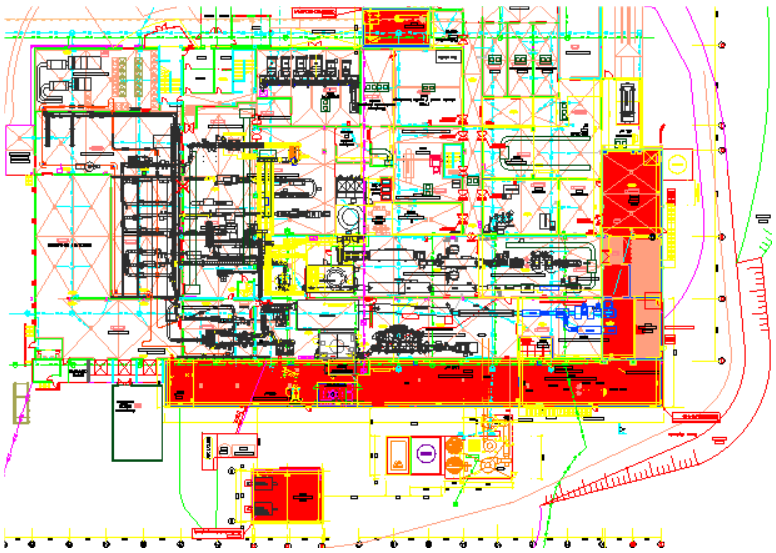


Photo n°1 : Vue aérienne du site (Source Google Earth)



Plan n°1 : Plan de masse

Le site de la société **GALLIANCE** de **LE BIGNON** (44) comprend plusieurs bâtiments et installations. Il se compose ainsi de :

- Un bâtiment principal appelé Usine,
- Un bâtiment Administratif,
- Un bâtiment abritant les locaux techniques (maintenance, poste HT/BT, Chaufferie, compresseurs air et NH3…),
- Un local Sprinkler avec sa cuve,
- Des aires de Parkings,
- Une station de prétraitement des eaux usées,
- Des aires de stockages extérieurs,
- Un bâtiment de stockage des emballages.

Le projet **d'extension de la Ligne 5** est actuellement à l'étude, pour la construction d'un bâtiment d'une surface d'environ 943 m².

Le projet **d'extension du local Epices** est actuellement à l'étude, pour la construction d'un bâtiment d'une surface d'environ 71 m².

Le projet de la **Chaufferie fluide thermique** est actuellement à l'étude, pour la construction d'un bâtiment d'une surface d'environ 99 m².

2.1 Personnel sur site

Le nombre de personne présent en moyenne sur le site est inférieur à 100.

2.2 Caractéristiques des courants forts

Le projet d'extension de la **Ligne 5 et du local Epices** sera raccordée au bâtiment usine, qui est alimenté en haute tension par le réseau ERDF vers un poste HT/BT abritant 3 transformateurs de puissance unitaire 1 250 kVA au sein du bâtiment technique.

Un poste TGBT accolé au poste HT/BT vient alimenter l'ensemble des installations électriques du site sous un régime de neutre TNC/S.

Le projet de la Chaufferie sera alimenté par une ligne souterraine issue d'un poste transformation HT/BT. Le régime de neutre du bâtiment est à définir.

2.3 Caractéristiques des courants faibles

Le projet d'extension de la **Ligne 5 et du local Epices** sera raccordée au bâtiment usine, qui est raccordé au réseau France TELECOM au niveau :
- du bâtiment administratif via 32 lignes analogiques (à confirmer),
- du bâtiment technique via 11 lignes analogiques (à confirmer),

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées par bâtiment :

<u>- Bâtiment technique</u> :
- Ligne alarme incendie,
- Ligne dérangement incendie,
- Ligne défaut froid 1,
- Ligne défaut secteur,
- Ligne téléphone transmetteur,
- Ligne défaut chaufferie,

<u>- Bâtiment stockage :</u>
- Ligne Dialtel.

<u>- Bâtiment usine (salle ORDO) :</u>
- Ligne Dialtel,
- Ligne détection incendie du bâtiment technique.

Concernant le projet de la **chaufferie** nous ne disposons d'aucune information à ce stade de l'étude sur les éventuels caractéristique des courants faibles :

Nous supposons que le projet de la **chaufferie** sera raccordé à un report d'alarme via une ligne cuivre souterraine au niveau du bâtiment Usine.

2.1 Protection incendie

Le projet d'extension de la **Ligne 5 et du local Epices** sera raccordée au bâtiment usine qui dispose des mesures de prévention et d'intervention suivantes:
- Extincteurs et RIA,
- Sprinkler (hors bâtiments Stockage et Administratif),
- Systèmes de détection de fumée, d'alarme sonore et de report d'alarme,
- Extinction automatique des feux localisée, (postes électriques, friteuses, baies informatiques)
- Poteaux incendies.

Le SDIS le plus proche se situe à **Vertou (44),** permettant une intervention dans les 10 minutes des services de secours.
Concernant le projet de la **chaufferie** nous ne disposons d'aucune information à ce stade de l'étude sur les éventuelles protections incendie :
- Nous supposons que le projet de la **chaufferie** sera équipé :
    - Extincteurs,
    - Détection gaz,
    - Détection incendie.

2.2 Mise à la terre des installations

La mise à la terre à fond de fouille n'est pas déterminée sur site à ce stade de l'étude.

2.3 Cheminements des réseaux courants forts et faible généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	**Nom**	**Relié à**	**Type**
Ligne 5 et du local Epices (Zone 1 : Bâtiment Usine)	30	Alimentation BT	Bâtiment Technique	Aérien
	30	Alimentation BT	Bâtiment Administratif	Souterrain
	30	Courants faibles	Liaison ORANGE	Aérien
Chaufferie fluide thermique (Zone 2 : Chaufferie)	1000	Alimentation BT chaufferie	Bâtiment Usine	A définir
	1000	Courants faibles	Liaison ORANGE	A définir
Bâtiment Technique (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	30	Alimentation BT	Bâtiment Usine	Aérien
	25	Alimentation BT	Bâtiment Stockage	Souterrain
	1000	Alimentation HT	Arrivée HT	Souterrain
	30	Courants faibles	Bâtiment Usine	Aérien
	25	Courants faibles	Bâtiment Stockage	Souterrain
	1000	Courants faibles	Réseau FT	Souterrain
Bâtiment Stockage (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	25	Alimentation BT	Bâtiment Technique	Souterrain
	25	Courants faibles	Bâtiment Technique	Souterrain
Bâtiment Administratif (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	30	Alimentation BT	Bâtiment Usine	Souterrain
	1000	Courants faibles	Réseau FT	Souterrain

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

2.4 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Matière	Mise à la terre
ZONE 1	Gaz	Métallique	A définir
	Désodorisation	Métallique	A définir
	Eau Potable	A définir	A définir
	Réseau de chaleur	Métallique	A définir
	Eau Usée	A définir	A définir
ZONE 2	GAZ	Métallique	A définir
	Réseau de chaleur	Métallique	A définir
Bâtiment technique	Réseau de chaleur Gaz Propane	Métallique	A définir

Source : Selon les infos clients et les Plan VRD.

3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES

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.

3.2 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].

CEI 61 643-22 – novembre 2004 [Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application].

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

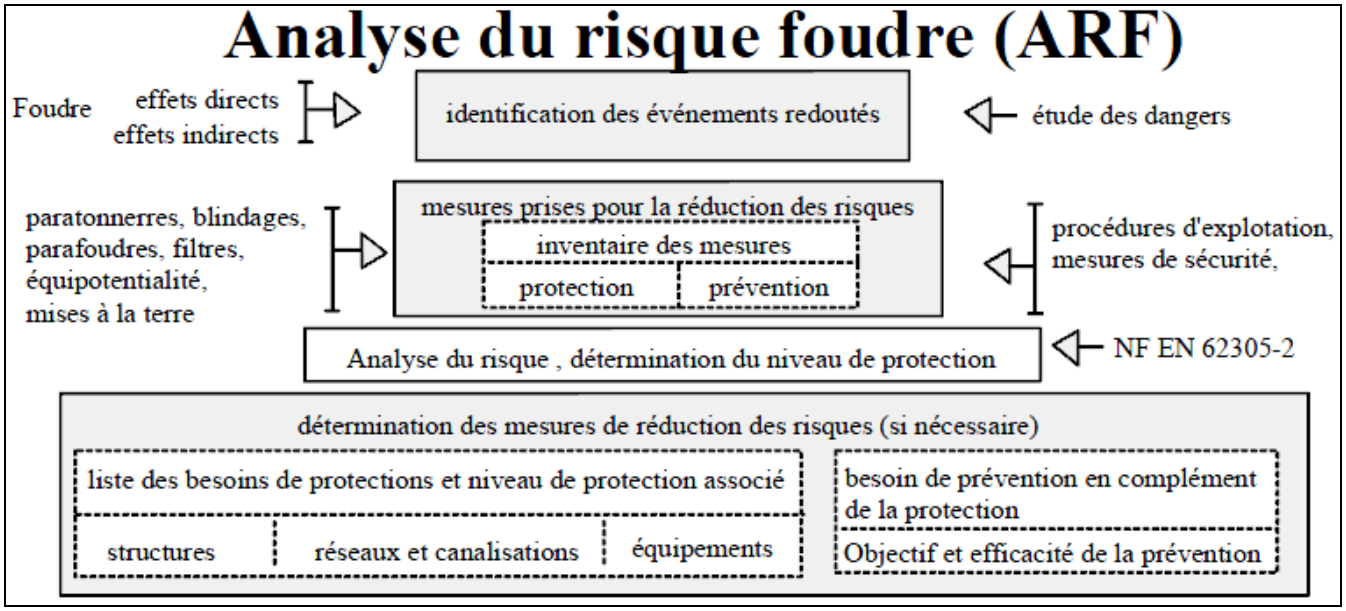
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

En effet :

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

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

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

$$R1 = R_A + R_B + R_C^{*} + R_M^{*} + R_U + R_V + R_W^{*} + R_Z^{*}$$

Impact sur la structure

Impact sur le service

Impact à proximité du service

Impact à proximité de la structure

(*) : *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 :

$$R_x = N_x \times P_x \times Lx$$

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

- 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 **R1 > R_T**
→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire Rc afin qu'il soit <ou= à Rt.

Si **R1 ≤ R_T**
→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

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

- Mesures de réduction des risques

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

Type de dommages	Mesures
Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
Dommages physiques (D2)	**- Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)**
Défaillances des réseaux internes (D3)	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux **- Parafoudres associés ou coordonnés** - 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 et visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié sont les suivantes :

N° nomenclature	Libellé de la rubrique	Classement
1136-B	Emploi de l'ammoniac. (5T/j)	Autorisation
2220-2	Préparation de produits d'origine végétale (quantité entrante en fabrication) (24,9T/j)	Enregistrement
2221-1	Préparation de produits d'origine animale (quantité entrante en fabrication) (50,0T/J)	Enregistrement
2920-1	Réfrigération ou compression (installation de 1 825kW)	Autorisation

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

5.2 Potentiels de danger

Les évènements majorants redoutés dans l'**Etude de Dangers** sont :
- Une explosion ou une émanation d'ammoniac au niveau des installations de réfrigération d'ammoniac en bâtiment technique,
- Un incendie au niveau du bâtiment de stockage des emballages.

Un plan des zones à risque est présenté ci-dessous :

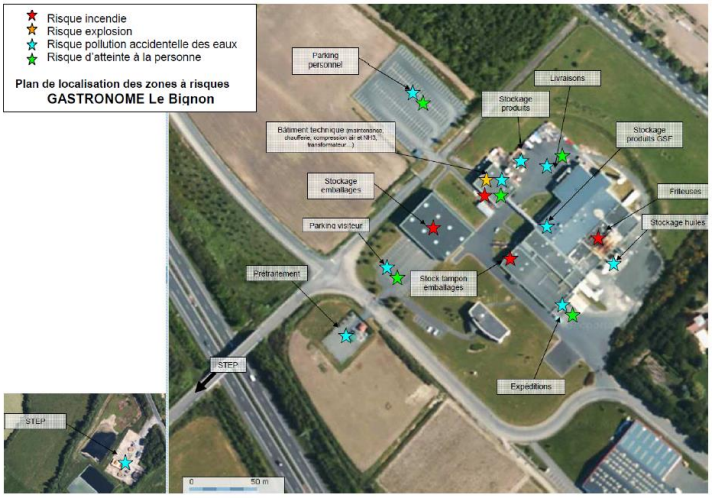


Photo n°2 : Vue aérienne du site avec localisation des zones à risque

Nous estimons qu'en raison de la nature de la **zone 2** (local chaufferie), les évènements majorants redoutés sont les suivants :
- Un incendie lié à la présence des produits inflammable (gaz).

5.1 Zones à risques d'explosion

Les zones explosives répertoriées dans le dossier ATEX sont :

- Les installations frigorifiques à l'ammoniac,
- Les postes de charge,
- Les cuves d'hydrocarbure,
- Les équipements sous pression.

Aucune information n'indique les éventuelles zones ATEX concernant la **zone 2**. Nous considérons néanmoins les zones suivantes :

- La chaufferie,
- Les équipements sous pression.

5.2 Evénements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm²) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones 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.
Etincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.
Percement de conteneur ou de canalisation
Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les évents, 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.
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.
Effets sur les personnes
Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.

Tableau n° 1 : *Interaction foudre/équipements*

5.3 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
Centrale de détection incendie bâtiment technique et extinction autonome TGBT	Oui
Centrale de détection incendie ORDO	Oui
Centrale de détection incendie bâtiment stockage	Oui
Centrale de détection incendie bâtiment administratif (informatique)	Oui
Centrales de détection incendie coffrets électriques TD-Z1/2/2bis/3 et 4 en bâtiment usine	Oui
Détection Gaz chaufferie	Oui
Centrale de détection gaz chaufferie	Oui
Centrale de détection incendie coffret électrique chaufferie	Oui
Détection NH3 salle machine NH3 x6	Oui
Détection NH3 bâtiment usine ''combles'' x4	Oui
Détection NH3 bâtiment usine ''toiture'' x1	Oui
Centrale de détection NH3 TGBT	Oui
Groupe motopompe Sprinkler	Oui
Centrale de gestion SPRINKLER ORDO	Oui
Onduleurs/informatique	Oui
Vidéo-surveillance	Oui
Locaux Compresseurs SDM 1 et 2	Oui
Chaufferie	Oui

Source : Selon l'ARF de 2015 et les infos clients.

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

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

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

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe[1]
Bâtiment usine (ZONE 1)	X	
Chaufferie (ZONE 2)	X	
Bâtiment Technique (Voir ARF et ET de 2015)	X	
Bâtiment Stockage (Voir ARF et ET de 2015)	X	
Bâtiment Administratif (Voir ARF et ET de 2015)	X	

Méthode déterministe[1] :

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 **I**mportant **P**our la **S**écurité, 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 **Le Bignon (44)** données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = 0,49 (coups de foudre / km² / 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.

Carte n°1 : Nsg suivant la carte de Météorage

6.2 Bâtiment usine

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	*Symbole*	*Valeurs retenues*	*Signification*
Dimensions	L x W x H_b	110 x 85 x 10 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,39E-02 km²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{S1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)
Aucune structure n'a une hauteur plus importante à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre PB (probabilité de dommages physiques sur une structure)
Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1
Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite **R_T** des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre Ks1 (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	H	L_a x W_a x H_a	C_d	C_e	U_w	Ks3	P_{SPD}
1	Alimentation BT	30	6	25 x 20 x 10m	0,25	0,5	2,5kV	0,02	1
2	Alimentation BT	30	-	31 x 13 x 10m	0,25	0,5	2,5kV	0,02	1
3	Courant faible	30	6	25 x 20 x 10m	0,25	0,5	1,5kV	0,001	1

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

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_C (Longueur de la section du service)
La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)
La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

Paramètres La, Wa, Ha (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 et aérienne. Néanmoins 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 ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieurs à 10 m. 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 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, nous choisissons la valeur Ks3 = 0,02 car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².
Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur Ks3 = 0,001, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s$ 20 /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

6.2.3 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	0,2	Automatique
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	NA

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact kΩ[1]	r_a / r_u
Agricole, béton	≤1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥100	10^{-5}
(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.		

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

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

Paramètre rp (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)
Le site est équipé de systèmes d'extinction automatiques. La valeur est = 0,2.

Paramètre rf (facteur de réduction associé au risque d'incendie)
Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.

Ce tableau, issus de la norme NF EN 62 305-2, est donner à titre indicatif afin de connaitre les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produit stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m²	400MJ/m²< <800MJ/m²	>800MJ/m²

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

Type de Structure	**L_f**
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10^{-1}
Industrielle, commerciale, scolaire	5×10^{-2}
Publique, églises, musées	2×10^{-2}
Autres	10^{-2}

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

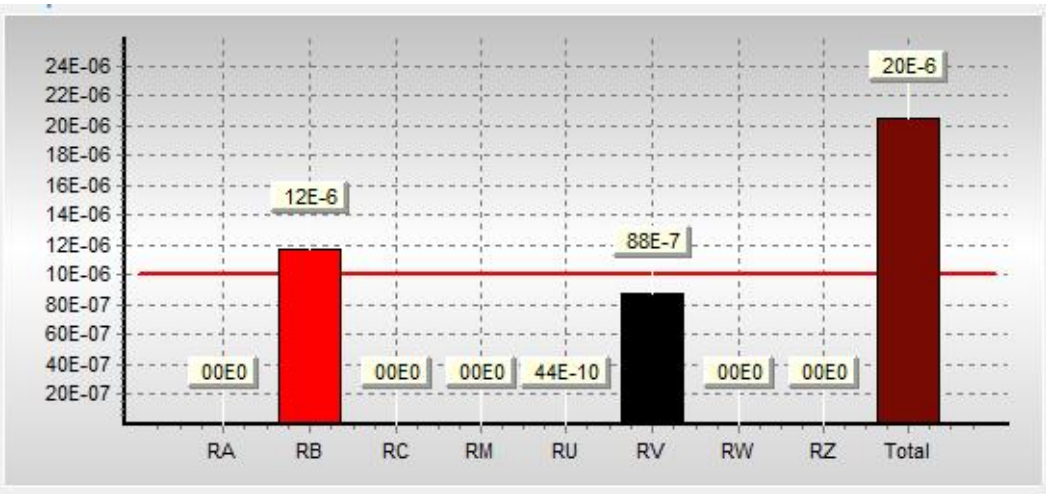
Type de danger particulier	**h_z**
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Danger pour l'environnement	20
Contamination de l'environnement	50

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.

6.2.4 *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 Usine (ZONE 1)**	**2,05 E^{-5}**	**>**	**1 x 10^{-5}**



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,17E-05					1,17E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	4,39E-09					4,39E-09
V	8,78E-06					8,78E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	**2,05E-05**					**2,05E-05**

Réseaux internes Z1

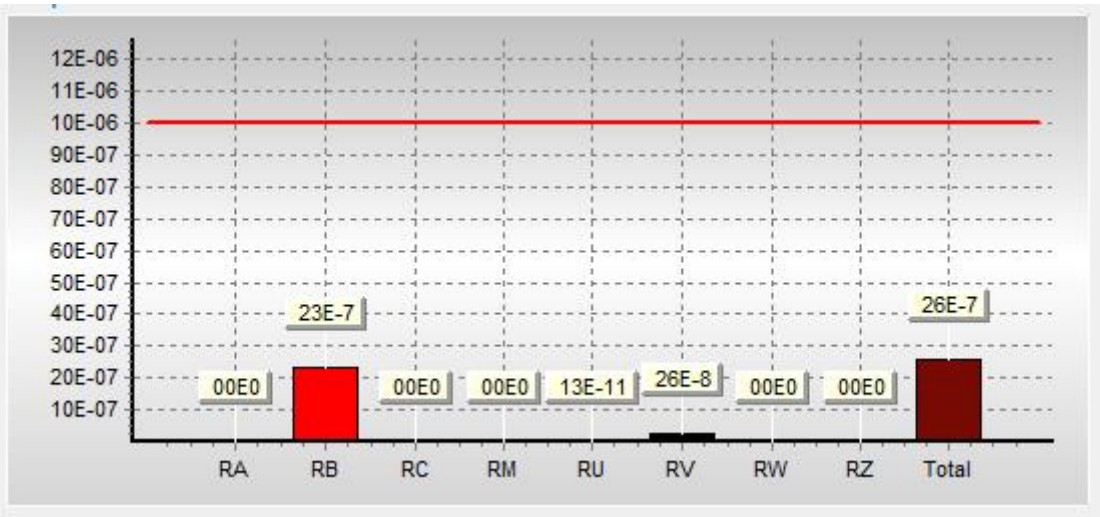
Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	1,48E-09	2,95E-06	0,00E+00	0,00E+00
Départ BT	1,44E-09	2,88E-06	0,00E+00	0,00E+00
Réseau téléphonique	1,48E-09	2,95E-06	0,00E+00	0,00E+00

Le bâtiment Usine 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 Usine (ZONE 1)	$2,6 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,34E-06					2,34E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,32E-10					1,32E-10
V	2,63E-07					2,63E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	**2,60E-06**					**2,60E-06**

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	4,43E-11	8,86E-08	0,00E+00	0,00E+00
Départ BT	4,31E-11	8,63E-08	0,00E+00	0,00E+00
Réseau téléphonique	4,43E-11	8,86E-08	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

Mesures de protection communes
Niveau du Paratonnerre :IV (Pb = 0,2)

Ligne1: Alimentation BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne2: Alimentation Départ BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne3: Courant Faible
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque
Sans protection
Avec la protection

Supprimer la protection

Le bâtiment Usine à un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont **R_B** et **R_V**.

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

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

2) Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

3) En raison des équipotentialités.

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

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).

6.3 Chaufferie

6.3.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	*Symbole*	*Valeurs retenues*	*Signification*
Dimensions	L x W x H_b	12 x 9 x 10 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	4,20E-03 km²	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)
Présence d'arbres de hauteur supérieure à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre PB (probabilité de dommages physiques sur une structure)
Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1
Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite **R_T** des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre Ks1 (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

6.3.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	L_a x W_a x H_a	C_d	C_e	U_w	Ks3	P_{SPD}
1	Alimentation BT	1000	-	-	0,25	0,5	4kV	0,02	1
2	Courant faible	1000	-	-	0,25	0,5	1,5kV	0,001	1

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

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.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)
Les lignes sont enterrées et aérienne. Néanmoins 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 ce qui correspond à des hauteurs de bâtiments inférieurs à 10 m.
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 4 kV pour les lignes d'alimentation 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 Ks3 = 0,02 car nous considérons que c'est un câble non écranté avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².
Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur Ks3 = 0,001, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_S comprise entre $5 < R_S$ 20 /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

6.3.3 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	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	NA

Paramètre r_a / r_u (facteur de réduction associé au type de sol)

Type de sol ou de plancher	Résistance de contact kΩ[1]	r_a / r_u
Agricole, béton	≤1	10^{-2}
Marbre, céramique	1-10	10^{-3}
Gravier, moquette, tapis	10-100	10^{-4}
Asphalte, linoléum, bois	≥100	10^{-5}
(2) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.		

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

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

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

Paramètre rf (facteur de réduction associé au risque d'incendie)
Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.

Ce tableau, issus de la norme NF EN 62 305-2, est donner à titre indicatif afin de connaitre les différents niveaux de risque d'incendie par rapport à la charge calorifique des différents produit stockés

Risque	Faible	Ordinaire	Elevé
Charge calorifique	<400MJ/m²	400MJ/m²< <800MJ/m²	>800MJ/m²

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

Type de Structure	**L_f**
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10^{-1}
Industrielle, commerciale, scolaire	5×10^{-2}
Publique, églises, musées	2×10^{-2}
Autres	10^{-2}

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

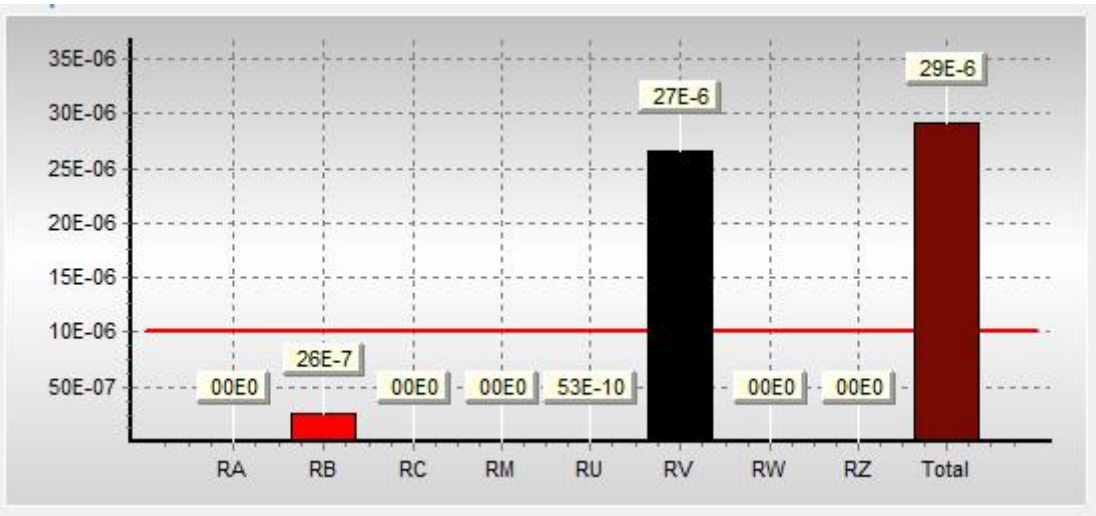
Type de danger particulier	**h_z**
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des évènements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Danger pour l'environnement	20
Contamination de l'environnement	50

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.

6.3.4 *Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)*

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	**Chaufferie**	**2,92 E^{-5}**	**>**	**1 x 10^{-5}**



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,57E-06					2,57E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	5,31E-09					5,31E-09
V	2,66E-05					2,66E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	**2,92E-05**					**2,92E-05**

Réseaux internes Z1

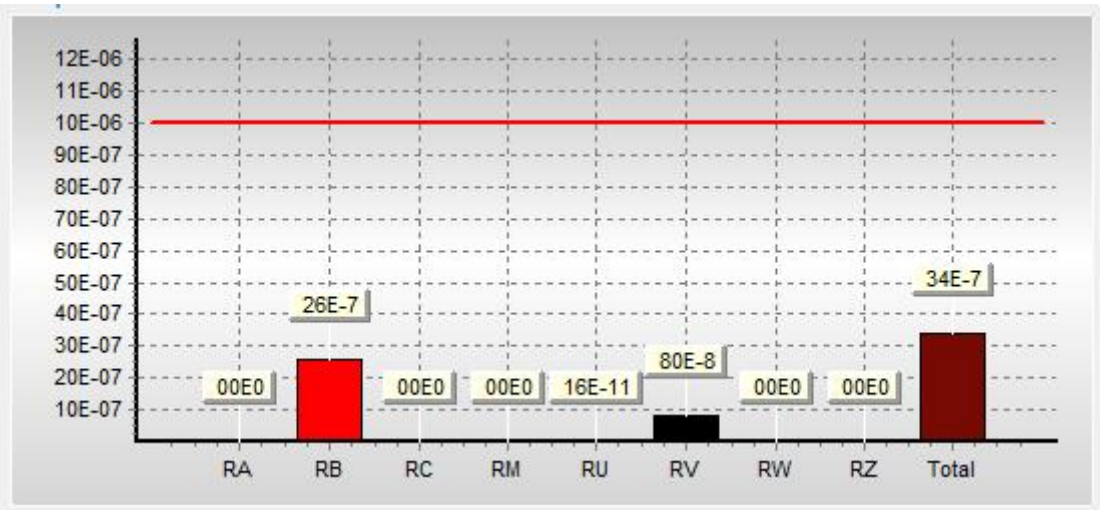
Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	2,66E-09	1,33E-05	0,00E+00	0,00E+00
Courant Faible	2,66E-09	1,33E-05	0,00E+00	0,00E+00

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

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

Analyse **avec** protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Chaufferie	$3,37 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,57E-06					2,57E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,59E-10					1,59E-10
V	7,97E-07					7,97E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	**3,37E-06**					**3,37E-06**

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
ALIM BT	7,97E-11	3,99E-07	0,00E+00	0,00E+00
Courant Faible	7,97E-11	3,99E-07	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

Ligne1: Alimentation BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne2: Courant Faible
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque
Sans protection
Avec la protection

Supprimer la protection

La Chaufferie à 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_V**.

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

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

[2)] Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

[3)] En raison des équipotentialités.

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. SYNTHESE

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

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

Structure	*Protection effets directs*	*Protection effets indirects*
Bâtiment Usine	Protection de **niveau IV**	Protection par parafoudres de **niveau IV**
Chaufferie	Protection de **niveau IV** de manière déterministe.	Protection par parafoudres de **niveau IV**
Bâtiment Technique (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	Protection par parafoudres de **niveau II**	Protection par parafoudres de **niveau II**
Bâtiment Stockage (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	Absence de protection obligatoire	Protection par parafoudres de **niveau IV**
Bâtiment Administratif (Voir ARF et ET de 2015) RGC 22 193 RGC 22 194	Absence de protection obligatoire	Absence de protection obligatoire
MMR	Sans Objet	A protéger par des parafoudres de type 2 voir §5.5.
Canalisations métalliques	Liaison équipotentielle à prévoir pour : - Gaz - Désodorisations - Autres canalisations métalliques	Sans Objet

Prévention : L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise en place 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 PROTEC VERSION RG 18.01 conforme à la norme <u>NF EN 62305-2</u>

RAPPORT TECHNIQUE

Projet d'extension
Bâtiment Usine

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Client:

Client: GALLIANCE
Description de la structure : BÂTIMENT USINE
Ville: LE BIGNON

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 foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de LE BIGNON où se trouve la structure :

$$N_g = 0{,}5 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 110 B (m): 85 H (m): 10

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: Alimentation Départ BT
- Ligne Telecom: Courant Faible

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: Bâtiment Usine

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Bâtiment Usine
RB: 1,17E-05
RU(ALIM BT): 1,48E-09
RV(ALIM BT): 2,95E-06
RU(Départ BT): 1,44E-09
RV(Départ BT): 2,88E-06
RU(Réseau téléphonique): 1,48E-09
RV(Réseau téléphonique): 2,95E-06
Total: 2,05E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,05E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,05E-05est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Bâtiment Usine
RD = 57,1361 %
RI = 42,8639 %
Total = 100 %
RS = 0,0214 %
RF = 99,9786 %
RO = 0 %
Total = 100 %

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 - Bâtiment Usine (100 %)
- essentiellement due àdommages 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 = 57,1361 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

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 - Bâtiment Usine

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

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

- installer un Paratonnerre de niveauIV (Pb = 0,2)

- Pour la ligneLigne1 - Alimentation BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - Alimentation Départ BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne3 - Courant Faible:
  - 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: Bâtiment Usine
Pa = 1,00E+00
Pb = 0,2
Pc (ALIM BT) = 1,00E+00
Pc (Départ BT) = 1,00E+00
Pc (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (ALIM BT) = 1,00E-04
Pm (Départ BT) = 1,00E-04
Pm (Réseau téléphonique) = 1,00E-04
Pm = 3,00E-04
Pu (ALIM BT) = 3,00E-02
Pv (ALIM BT) = 3,00E-02
Pw (ALIM BT) = 1,00E+00
Pz (ALIM BT) = 4,00E-01
Pu (Départ BT) = 3,00E-02
Pv (Départ BT) = 3,00E-02
Pw (Départ BT) = 1,00E+00
Pz (Départ BT) = 4,00E-01

Pu (Réseau téléphonique) = 3,00E-02
Pv (Réseau téléphonique) = 3,00E-02
Pw (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pz (Réseau téléphonique) = 1,50E-01
ra = 0,01
rp = 0,2
rf = 0,1
h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Bâtiment Usine
RB: 2,34E-06
RU(ALIM BT): 4,43E-11
RV(ALIM BT): 8,86E-08
RU(Départ BT): 4,31E-11
RV(Départ BT): 8,63E-08
RU(Réseau téléphonique): 4,43E-11
RV(Réseau téléphonique): 8,86E-08
Total: 2,60E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,60E-06

8. CONCLUSIONS

Apres 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.

Date14/02/2020

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 110 B (m): 85 H (m): 10
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,49

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) Lc = 30
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alimentation Départ BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 30
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 31 B (m): 13 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Courant Faible
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 30
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiment Usine
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneALIM BT
Connecté à la ligne Alimentation BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT
Connecté à la ligne Alimentation Départ BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneRéseau téléphonique
Connecté à la ligne Courant Faible
câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bâtiment Usine
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiment Usine
Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =2,39E-02 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =3,03E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =5,86E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,43E-01

Lignes électriques

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

Alimentation BT
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

Alimentation Départ BT
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

Courant Faible
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

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

Alimentation BT
Nl = 0,000000
Ni = 0,004109

Alimentation Départ BT
Nl = 0,000000
Ni = 0,004109

Courant Faible
Nl = 0,000000
Ni = 0,004109

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiment Usine
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (ALIM BT) = 1,00E+00
Pc (Départ BT) = 1,00E+00
Pc (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (ALIM BT) = 1,00E-04
Pm (Départ BT) = 1,00E-04
Pm (Réseau téléphonique) = 1,00E-04
Pm = 3,00E-04
Pu (ALIM BT) = 1,00E+00
Pv (ALIM BT) = 1,00E+00
Pw (ALIM BT) = 1,00E+00
Pz (ALIM BT) = 4,00E-01
Pu (Départ BT) = 1,00E+00
Pv (Départ BT) = 1,00E+00
Pw (Départ BT) = 1,00E+00
Pz (Départ BT) = 4,00E-01
Pu (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pv (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pw (Réseau téléphonique) = 1,00E+00
Pz (Réseau téléphonique) = 1,50E-01

RAPPORT TECHNIQUE
Projet Chaufferie

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Client:

Client: GATRONOME CHAUFFERIE
description de la structure : CHAUFFERIE
Adresse:
Ville: LE BIGNON
Région

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 foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de LE BIGNON où se trouve la structure :

$$N_g = 0{,}5 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 12 B (m): 9 H (m): 10

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 Telecom: Courant Faible

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: Chaufferie

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Chaufferie
RB: 2,57E-06
RU(ALIM BT): 2,66E-09
RV(ALIM BT): 1,33E-05
RU(Courant Faible): 2,66E-09
RV(Courant Faible): 1,33E-05
Total: 2,92E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,92E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,92E-05est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Chaufferie
RD = 8,8257 %
RI = 91,1743 %
Total = 100 %
RS = 0,0182 %
RF = 99,9818 %
RO = 0 %
Total = 100 %

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 - Chaufferie (100 %)
- essentiellement due àdommages physiques
- principalement en raison decoups 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 :
RV (ALIM BT) = 45,5780 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne
RV (Courant Faible) = 45,5780 %
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:
- RV dans les zones:
  Z1 - Chaufferie

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

- 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:

- Pour la ligneLigne1 - Alimentation BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - Courant Faible :
  - 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: Chaufferie
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (ALIM BT) = 1,00E+00
Pc (Courant Faible) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (ALIM BT) = 1,00E-04
Pm (Courant Faible) = 1,00E-04
Pm = 2,00E-04
Pu (ALIM BT) = 3,00E-02
Pv (ALIM BT) = 3,00E-02
Pw (ALIM BT) = 1,00E+00
Pz (ALIM BT) = 2,00E-01
Pu (Courant Faible) = 3,00E-02
Pv (Courant Faible) = 3,00E-02
Pw (Courant Faible) = 1,00E+00
Pz (Courant Faible) = 1,50E-01
ra = 0,01
rp = 0,5
rf = 0,1

h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Chaufferie
RB: 2,57E-06
RU(ALIM BT): 7,97E-11
RV(ALIM BT): 3,99E-07
RU(Courant Faible): 7,97E-11
RV(Courant Faible): 3,99E-07
Total: 3,37E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 3,37E-06

8. CONCLUSIONS

Apres 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.

Date14/02/2020

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 12 B (m): 9 H (m): 10
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,49

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) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Caractéristiques des lignes: Courant Faible
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Chaufferie
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneALIM BT
- Connecté à la ligne Alimentation BT
- câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
- Tension de tenue: 4,0 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneCourant Faible
- Connecté à la ligne Courant Faible
- câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)

Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Chaufferie
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Chaufferie
Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =4,20E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,07E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =5,15E-04
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,01E-01

Lignes électriques

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

Alimentation BT
Al = 0,021690 km²
Ai = 0,559017 km²

Courant Faible
Al = 0,021690 km²
Ai = 0,559017 km²

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

Alimentation BT
Nl = 0,002657
Ni = 0,136959

Courant Faible
Nl = 0,002657
Ni = 0,136959

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Chaufferie
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (ALIM BT) = 1,00E+00
Pc (Courant Faible) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (ALIM BT) = 1,00E-04
Pm (Courant Faible) = 1,00E-04
Pm = 2,00E-04
Pu (ALIM BT) = 1,00E+00
Pv (ALIM BT) = 1,00E+00
Pw (ALIM BT) = 1,00E+00
Pz (ALIM BT) = 2,00E-01
Pu (Courant Faible) = 1,00E+00
Pv (Courant Faible) = 1,00E+00
Pw (Courant Faible) = 1,00E+00
Pz (Courant Faible) = 1,50E-01

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur GASTRONOME LE BIGNON BATIMENT TECHNIQUE

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 foudroiement

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

$$N_g = 0{,}6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10 Hmax (m): 14

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: Arrivée HT
- Ligne de puissance: Départ Usine
- Ligne de puissance: Départ Stockage
- Ligne Telecom: Arrivée Telcom
- Ligne Telecom: Départ telecom Usine
- Ligne Telecom: Départ telecom Stockage

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: Structure

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Structure
RB: 3,32E-05
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(TGBT): 5,96E-10
RV(TGBT): 1,19E-05
RW(TGBT): 0,00E+00
RZ(TGBT): 0,00E+00
RU(Courants forts): 6,29E-09
RV(Courants forts): 1,26E-04
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(Courants forts): 2,40E-09
RV(Courants forts): 4,79E-05
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00

RU(report d'alarme): 2,98E-09
RV(report d'alarme): 5,96E-05
RW(report d'alarme): 0,00E+00
RZ(report d'alarme): 0,00E+00
RU(report d'alarme): 6,29E-09
RV(report d'alarme): 1,26E-04
RW(report d'alarme): 0,00E+00
RZ(report d'alarme): 0,00E+00
RU(Départ télécom): 2,40E-09
RV(Départ télécom): 4,79E-05
RW(Départ télécom): 0,00E+00
RZ(Départ télécom): 0,00E+00
Total: 4,52E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,52E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 4,52E-04est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure
RD = 7,3363 %
RI = 92,6637 %
Total = 100 %
RS = 0,0046 %
RF = 99,9954 %
RO = 0 %
Total = 100 %

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 - Structure (100 %)
- essentiellement due àdommages physiques
- principalement en raison decoups 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 :
RV (Courants forts) = 27,8136 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne
RV (report d'alarme) = 27,8136 %
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 - Structure
- RV dans les zones:
Z1 - Structure

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 niveauII (Pb = 0,05)

- Pour la ligneLigne1 - Arrivée HT:
- Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligneLigne2 - Départ Usine:
- Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligneLigne3 - Départ Stockage:
- Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligneLigne4 - Arrivée Telcom:

- Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligneLigne5 - Départ telecom Usine:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligneLigne6 - Départ telecom Stockage:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: II

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: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 0,05
Pc (TGBT) = 1,00E+00
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (report d'alarme) = 1,00E+00
Pc (report d'alarme) = 1,00E+00
Pc (Départ télécom) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (TGBT) = 1,00E-04
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (report d'alarme) = 1,00E-04
Pm (report d'alarme) = 1,00E-04
Pm (Départ télécom) = 1,00E-04
Pm = 6,00E-04
Pu (TGBT) = 2,00E-02
Pv (TGBT) = 2,00E-02
Pw (TGBT) = 1,00E+00
Pz (TGBT) = 1,00E-01
Pu (Courants forts) = 2,00E-02
Pv (Courants forts) = 2,00E-02
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (Courants forts) = 2,00E-02
Pv (Courants forts) = 2,00E-02
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (report d'alarme) = 2,00E-02
Pv (report d'alarme) = 2,00E-02
Pw (report d'alarme) = 1,00E+00
Pz (report d'alarme) = 1,50E-01
Pu (report d'alarme) = 2,00E-02
Pv (report d'alarme) = 2,00E-02
Pw (report d'alarme) = 1,00E+00

Pz (report d'alarme) = 1,50E-01
Pu (Départ télécom) = 2,00E-02
Pv (Départ télécom) = 2,00E-02
Pw (Départ télécom) = 1,00E+00
Pz (Départ télécom) = 1,50E-01
ra = 0,01
rp = 0,2
rf = 0,1
h = 20

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure
RB: 1,66E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(TGBT): 1,19E-11
RV(TGBT): 2,39E-07
RW(TGBT): 0,00E+00
RZ(TGBT): 0,00E+00
RU(Courants forts): 1,26E-10
RV(Courants forts): 2,51E-06
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(Courants forts): 4,79E-11
RV(Courants forts): 9,58E-07
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(report d'alarme): 5,96E-11
RV(report d'alarme): 1,19E-06
RW(report d'alarme): 0,00E+00
RZ(report d'alarme): 0,00E+00
RU(report d'alarme): 1,26E-10
RV(report d'alarme): 2,51E-06
RW(report d'alarme): 0,00E+00
RZ(report d'alarme): 0,00E+00
RU(Départ télécom): 4,79E-11
RV(Départ télécom): 9,58E-07
RW(Départ télécom): 0,00E+00
RZ(Départ télécom): 0,00E+00
Total: 1,00E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,00E-05

8. CONCLUSIONS

Apres 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.

Date29/05/2015

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10 Hmax (m): 14
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,55

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée HT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Caractéristiques des lignes: Départ Usine
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie aérienne
Longueur (m) Lc = 30
Hauteur par rapport au sol (m) Hc = 6
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 103 B (m): 85 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Départ Stockage
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 25
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 42 B (m): 33 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Arrivée Telcom
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km

Caractéristiques des lignes: Départ telecom Usine
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal aérienne
Longueur (m) Lc = 30
Hauteur par rapport au sol (m) Hc = 6
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 103 B (m): 85 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Départ telecom Stockage
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 25
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 42 B (m): 33 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Risques environnementaux (h = 20)
Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2)actionnés manuellement (rp = 0,5)

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

Réseaux interneTGBT
Connecté à la ligne Arrivée HT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 6,0 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneCourants forts
Connecté à la ligne Départ Usine
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneCourants forts
Connecté à la ligne Départ Stockage
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux internereport d'alarme
Connecté à la ligne Arrivée Telcom
câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux internereport d'alarme
Connecté à la ligne Départ telecom Usine
câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart télécom
Connecté à la ligne Départ telecom Stockage
câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05
Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure
Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =6,03E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,19E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,66E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,19E-01

Lignes électriques

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

Arrivée HT
Al = 0,021690 km²
Ai = 0,559017 km²

Départ Usine
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,030000 km²

Départ Stockage
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,013975 km²

Arrivée Telcom
Al = 0,021690 km²
Ai = 0,559017 km²

Départ telecom Usine
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,030000 km²

Départ telecom Stockage
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,013975 km²

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

Arrivée HT
Nl = 0,000596

Ni = 0,030746

Départ Usine
Nl = 0,000000
Ni = 0,008250

Départ Stockage
Nl = 0,000000
Ni = 0,003843

Arrivée Telcom
Nl = 0,002982
Ni = 0,153730

Départ telecom Usine
Nl = 0,000000
Ni = 0,008250

Départ telecom Stockage
Nl = 0,000000
Ni = 0,003843

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (TGBT) = 1,00E+00
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (report d'alarme) = 1,00E+00
Pc (report d'alarme) = 1,00E+00
Pc (Départ télécom) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (TGBT) = 1,00E-04
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (report d'alarme) = 1,00E-04
Pm (report d'alarme) = 1,00E-04
Pm (Départ télécom) = 1,00E-04
Pm = 6,00E-04
Pu (TGBT) = 1,00E+00
Pv (TGBT) = 1,00E+00
Pw (TGBT) = 1,00E+00
Pz (TGBT) = 1,00E-01
Pu (Courants forts) = 1,00E+00
Pv (Courants forts) = 1,00E+00

Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (Courants forts) = 1,00E+00
Pv (Courants forts) = 1,00E+00
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (report d'alarme) = 1,00E+00
Pv (report d'alarme) = 1,00E+00
Pw (report d'alarme) = 1,00E+00
Pz (report d'alarme) = 1,50E-01
Pu (report d'alarme) = 1,00E+00
Pv (report d'alarme) = 1,00E+00
Pw (report d'alarme) = 1,00E+00
Pz (report d'alarme) = 1,50E-01
Pu (Départ télécom) = 1,00E+00
Pv (Départ télécom) = 1,00E+00
Pw (Départ télécom) = 1,00E+00
Pz (Départ télécom) = 1,50E-01

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur GASTRONOME LE BIGNON BATIMENT STOCKAGE

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 foudroiement

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

$$N_g = 0{,}6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 42 B (m): 33 H (m): 10

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: Arrivée 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: Structure

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Structure
RB: 4,79E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(Courants forts): 1,66E-09
RV(Courants forts): 3,31E-06
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(report incendie): 1,66E-09
RV(report incendie): 3,31E-06
RW(report incendie): 0,00E+00
RZ(report incendie): 0,00E+00
Total: 1,14E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,14E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,14E-05est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées

ci-dessous.

Z1 - Structure
RD = 41,9395 %
RI = 58,0605 %
Total = 100 %
RS = 0,029 %
RF = 99,971 %
RO = 0 %
Total = 100 %

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 - Structure (100 %)
- essentiellement due àdommages 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 = 41,9395 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
RV (Courants forts) = 29,0158 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne
RV (report incendie) = 29,0158 %
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 composantes du risque supérieur à la valeur de risque.

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

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

- Pour la ligneLigne1 - Arrivée BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - 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: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (report incendie) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (report incendie) = 1,00E-04
Pm = 2,00E-04
Pu (Courants forts) = 3,00E-02
Pv (Courants forts) = 3,00E-02
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (report incendie) = 3,00E-02
Pv (report incendie) = 3,00E-02
Pw (report incendie) = 1,00E+00
Pz (report incendie) = 1,00E+00
ra = 0,01
rp = 0,2
rf = 0,1
h = 2

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure
RB: 4,79E-06
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(Courants forts): 4,97E-11
RV(Courants forts): 9,94E-08
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(report incendie): 4,97E-11
RV(report incendie): 9,94E-08
RW(report incendie): 0,00E+00
RZ(report incendie): 0,00E+00
Total: 4,99E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,99E-06

8. CONCLUSIONS

Apres 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.

Date29/05/2015

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 42 B (m): 33 H (m): 10
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,55

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 25
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Télécom
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 25
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 25 B (m): 20 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2)actionnés manuellement (rp = 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 Arrivée BT
- câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
- Tension de tenue: 2,5 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux internereport incendie
- Connecté à la ligne Télécom
- câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
- Tension de tenue: 1,5 kV
- Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05
Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure
Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =8,71E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,35E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =2,40E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,27E-01

Lignes électriques

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

Arrivée BT
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,013975 km²

Télécom
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,013975 km²

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

Arrivée BT
Nl = 0,000000
Ni = 0,003843

Télécom
Nl = 0,000000

Ni = 0,003843

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (report incendie) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (report incendie) = 1,00E-04
Pm = 2,00E-04
Pu (Courants forts) = 1,00E+00
Pv (Courants forts) = 1,00E+00
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (report incendie) = 1,00E+00
Pv (report incendie) = 1,00E+00
Pw (report incendie) = 1,00E+00
Pz (report incendie) = 1,00E+00

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur GASTRONOME LE BIGNON BATIMENT ADMINISTRATIF

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 foudroiement

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

$$N_g = 0{,}6 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 31 B (m): 13 H (m): 10

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: Arrivée BT
- Ligne Telecom: Arrivée 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: Structure

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 Ad 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 Am 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 Al et Ai 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

6.1Risque 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: Structure
RB: 8,07E-07
RC: 0,00E+00
RM: 0,00E+00
RU(Courants forts): 6,29E-09
RV(Courants forts): 3,14E-06
RW(Courants forts): 0,00E+00
RZ(Courants forts): 0,00E+00
RU(Courants faibles): 2,98E-09
RV(Courants faibles): 1,49E-06
RW(Courants faibles): 0,00E+00
RZ(Courants faibles): 0,00E+00
Total: 5,45E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,45E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 5,45E-06est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 =5,45E-06est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable:R1
SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUDRE.

Date29/05/2015

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 31 B (m): 13 H (m): 10
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km ² an) Ng = 0,55

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Arrivée BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 30
résistivité (ohm.m) ρ = 500
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 103 B (m): 85 H (m): 10
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Arrivée Télécom
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) Lc = 1000
résistivité (ohm.m) ρ = 500

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)
Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement:5 < R <= 20 ohm/km

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton (ru = 0,01)
Risque d'incendie: ordinaire (rf = 0,01)
Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneCourants forts
Connecté à la ligne Arrivée BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneCourants faibles
Connecté à la ligne Arrivée Télécom
câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05
Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R1) = Lo0

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure
Risque 1: Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =5,87E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,19E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,61E-03
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,19E-01

Lignes électriques

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

Arrivée BT
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,016771 km²

Arrivée Télécom
Al = 0,021690 km²
Ai = 0,559017 km²

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

Arrivée BT
Nl = 0,000000
Ni = 0,004612

Arrivée Télécom
Nl = 0,002982
Ni = 0,153730

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (Courants forts) = 1,00E+00
Pc (Courants faibles) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (Courants forts) = 1,00E-04
Pm (Courants faibles) = 1,00E-04
Pm = 2,00E-04
Pu (Courants forts) = 1,00E+00
Pv (Courants forts) = 1,00E+00
Pw (Courants forts) = 1,00E+00
Pz (Courants forts) = 4,00E-01
Pu (Courants faibles) = 1,00E+00
Pv (Courants faibles) = 1,00E+00
Pw (Courants faibles) = 1,00E+00
Pz (Courants faibles) = 1,50E-01

ANNEXE 2

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	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.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	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.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	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.
Effet de couronne ou Corona	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	Elément 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	Eléments 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	Eléments 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 (Ω), 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.