

ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

ISDND de SEPTEMES LES VALLONS (13)



ISDND de SEPTEMES LES VALLONS (13)

Référence document



RGC 23 771

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre de l'**ISDND de Septèmes les Vallons**, dans le département des **Bouches du Rhône (13)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par les sociétés **EODD et Véolia** 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 : Loïc JACQUEMOT Date : 12/09/2018 Visa 	Nom : Benoit CHAILLOT Date : 02/10/2018 Vis 	A

DIFFUSION :

EODD	RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com	RG CONSULTANT 25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com
-------------	---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 23 771	12/09/2018	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR EODD et VEOLIA

INTITULE	N°/ Fournis
Etude de dangers/impact	Non
Plan de masse	Oui
Plan de coupe	Oui
Plan zonage ATEX	Oui

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par EODD et VEOLIA, commanditaire de cette étude. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 GENERALITES	6
2.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	7
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	7
2.4 PROTECTION INCENDIE	7
2.5 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	7
2.6 CHEMINEMENTS DE RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES	8
2.7 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	8
3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES	9
3.1 TEXTES RÉGLEMENTAIRES	9
3.2 NORMES DE REFERENCES	9
4. MÉTHODOLOGIE	10
4.1 PRESENTATION GENERALE	10
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	11
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	11
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	14
5.1 SITUATIONS RÉGLEMENTAIRES	14
5.2 POTENTIELS DE DANGER	15
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	15
5.4 ÉVÈNEMENTS INITIATEURS	16
5.5 ÉQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE	17
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre	17
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre	18
6.1 DONNEES GENERALES	18
6.2 PLATEFORME DE VALORISATION DU BIOGAZ	19
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	19
6.2.2 Données et caractéristiques des services	20
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	22
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	24
6.3 BATIMENT DECONDITIONNEMENT	27
6.3.1 Données et caractéristiques de la structure	27
6.3.2 Données et caractéristiques des services	28
6.3.3 Données et caractéristiques de la zone	30
6.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	31
6.4 BUREAUX	34
6.4.1 Données et caractéristiques de la structure	34
6.4.2 Données et caractéristiques des services	35
6.4.3 Données et caractéristiques de la zone	37
6.4.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	38
6.5 PLATEFORME DE COMPOSTAGE	39
6.5.1 Données et caractéristiques de la structure	39
6.5.2 Données et caractéristiques des services	40
6.5.3 Données et caractéristiques de la zone	40

6.5.4	Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	41
7.	SYNTHESE	42

ANNEXES

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

Annexe 2 : Liste des paramètres

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

L'ISDND de **Septèmes les Vallons** dans le département des **Bouches du Rhône (13)** est soumis à Autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et souhaite appliquer l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application en réalisant une Analyse de Risque Foudre.

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

Les principales installations du site sont :

- Une plateforme de valorisation du biogaz
- Une plateforme de compostage comprenant un bâtiment déconditionnement et une zone stockage extérieur,
- Une zone d'exploitation (enfouissement)
- Un bâtiment bureau
- Un atelier

2.2 Caractéristiques des courants forts

Le site est alimenté depuis 2 alimentations distinctes :

Un tarif jaune alimentant les bureaux ainsi que la plateforme de compostage (Régime de neutre TT).

Un tarif vert alimentant la zone de valorisation (Régime de neutre TNC).

2.3 Caractéristiques des courants faibles

Des lignes télécoms sont présentes au niveau des bureaux et de la valorisation.

2.4 Protection incendie

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

- Extincteurs,
- Détection incendie au niveau des 3 moteurs de la valorisation.

2.5 Mise à la terre des installations

Un réseau de terre en 50 mm² est présent sur le site.



Photo n°2 : Mise à la terre en 50 mm² présente sur le site

2.6 Cheminements de réseaux courants forts et faibles

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	Nom	Relié à	Type
Plateforme de valorisation du biogaz	50	Alimentation logette plateforme	Local Tarif Vert	Souterrain
	50	Alimentation armoire valo 2	Local Tarif Vert	Souterrain
	50	Alimentation armoire valo 3-4	Local Tarif Vert	Souterrain
	1 000	Départ HT vers réseau EDF moteur 1	Réseau EDF	Souterrain
	1 000	Départ HT vers réseau EDF moteur 2	Réseau EDF	Souterrain
	1 000	Départ HT vers réseau EDF moteur 3	Réseau EDF	Souterrain
	1 000	Liaison Télécom	Réseau Orange	Souterrain
Bâtiment déconditionnement	200	Alimentation BT	Logette tarif Jaune	Souterrain
Bureaux	100	Alimentation BT	Logette tarif Jaune	Souterrain
	1 000	Liaison Télécom	Réseau Orange	Souterrain

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

2.7 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature
Plateforme de valorisation du biogaz	Biogaz	Plastique
	Tuyauterie vers Aérocondenseur	Métallique
Bureaux	Eau de ville	A définir

Source : Selon expertise sur site.

3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'**arrêté du 11 mai 2015** relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

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

3.2 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].

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

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

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

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

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

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

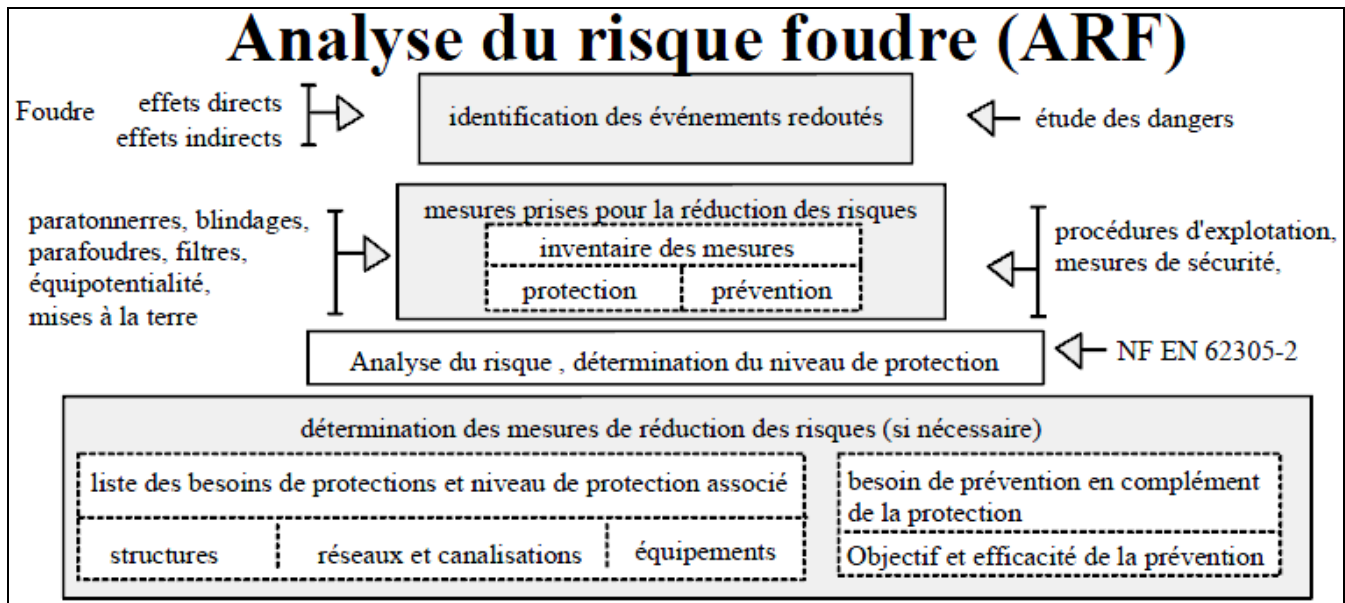
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

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

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

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



4.2 Limite de l'A.R.F

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

En effet :

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

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

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

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

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

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

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

Où

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

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

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

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
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 $R_1 > R_T$

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

Si $R_1 \leq R_T$

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

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

- Mesures de réduction des risques

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

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

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 :

Rubri. IC	Ali.	Date auto.	Etat d'activité	Rég.	Activité	Volume	Unité
1432			En fonct.	NC	Liquides inflammables (stockage)	1,600	
1434	1b		En fonct.	DC	Liquides inflammables (remplissage ou distribution) autres que 1435	3	m3/h
2171			En fonct.	D	Dépôts de fumiers, engrais et supports de culture	7500	m3
2260	2		A l'arrêt	NC	BROYAGE, CONCASSAGE, CRIBLAGE, ETC DES SUBSTANCES VEGETALES	1187	kW
2515	1b		En fonct.	E	Broyage, concassage, ...et autres produits minéraux ou déchets non dangereux inertes	500	kW
2517	1		En fonct.	A	Produits minéraux ou déchets non dangereux inertes (transit)	600000	m3
2710	1b		En fonct.	DC	collecte de déchets dangereux-DC	1,500	t
2710	2c		En fonct.	DC	collecte de déchets non dangereux-DC	200	m3
2711	2		En fonct.	D	Transit, regroupement, tri, ...équipements électriques mis au rebut	950	m3
2714	1		En fonct.	A	déchets non dangereux de papiers, plastiques, bois, ... (transit) hors 2710, 2711	10000	m3
2716	1		En fonct.	A	déchets non dangereux non inertes (transit)	35000	m3
2760	2		En fonct.	A	Installation de stockage de déchets autre que 2720	250000	
2780	1a		En fonct.	A	Installations de traitement aérobique de déchets non dangereux	100	t/j
2780	2b		En fonct.	D	Installations de traitement aérobique de déchets non dangereux	19	t/j
2791	1		En fonct.	A	Déchets non dangereux (traitement)	19	t/j
3532			En fonct.	A	Valorisation de déchets non dangereux	120	t/j
3540			En fonct.	A	Installation de stockage de déchets	850	t/j

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.

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

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

5.2 Potentiels de danger

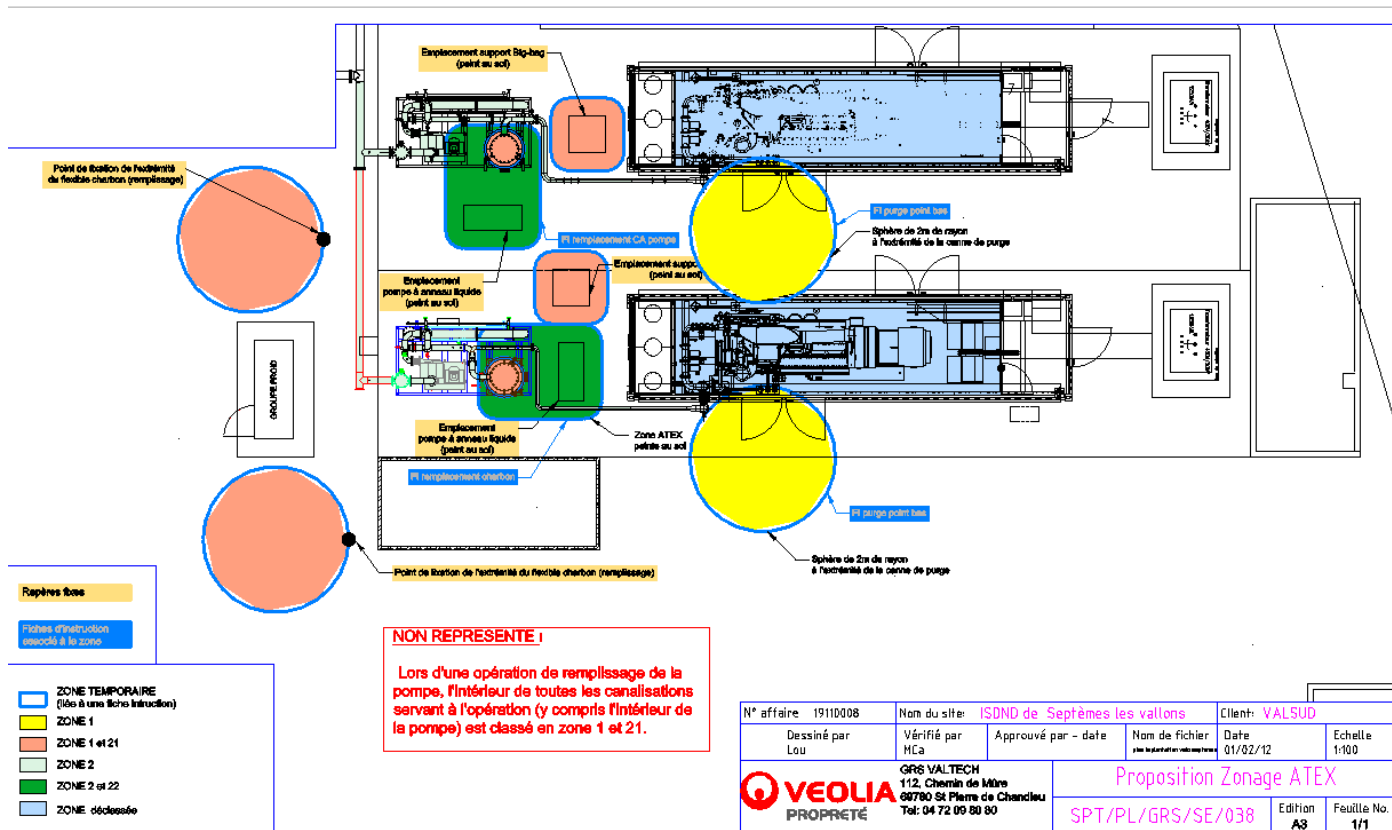
Nous ne disposons d'aucune information sur les éventuels dangers liés aux activités du site.

Nous estimons qu'en raison de la nature du site, les événements majorants redoutés sont les suivants :

- Un incendie principalement au niveau des installations de stockage,
- Une explosion au niveau des installations de valorisation.

5.3 Zones à risques d'explosion

Comme indiqué dans le plan du zonage ATEX ci-dessous, aucune zone ATEX 0 ou 20 n'est présente sur le site. Le risque d'explosion ne sera donc pas pris en dans la présente Analyse de Risque Foudre mais le risque incendie sera lui bien pris en compte.



5.4 Événements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
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.
Étincelage 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 événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.
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

5.5 Équipements Importants pour la Sécurité

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
Détection Incendie moteurs (x3)	Oui
Détection LEL (Atmosphère explosive) moteurs (x3)	Oui
Détection gaz torchère	Oui
Détection Gaz Armoire méthacontrôle	Oui
Extincteurs	Non

Source : Selon expertise sur site.

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

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

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

Bâtiments / Installations	Traitement statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Plateforme de valorisation du biogaz	X	
Bâtiment déconditionnement	X	
Bureaux	X	
Plateforme de compostage	X	

Méthode déterministe¹ :

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

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

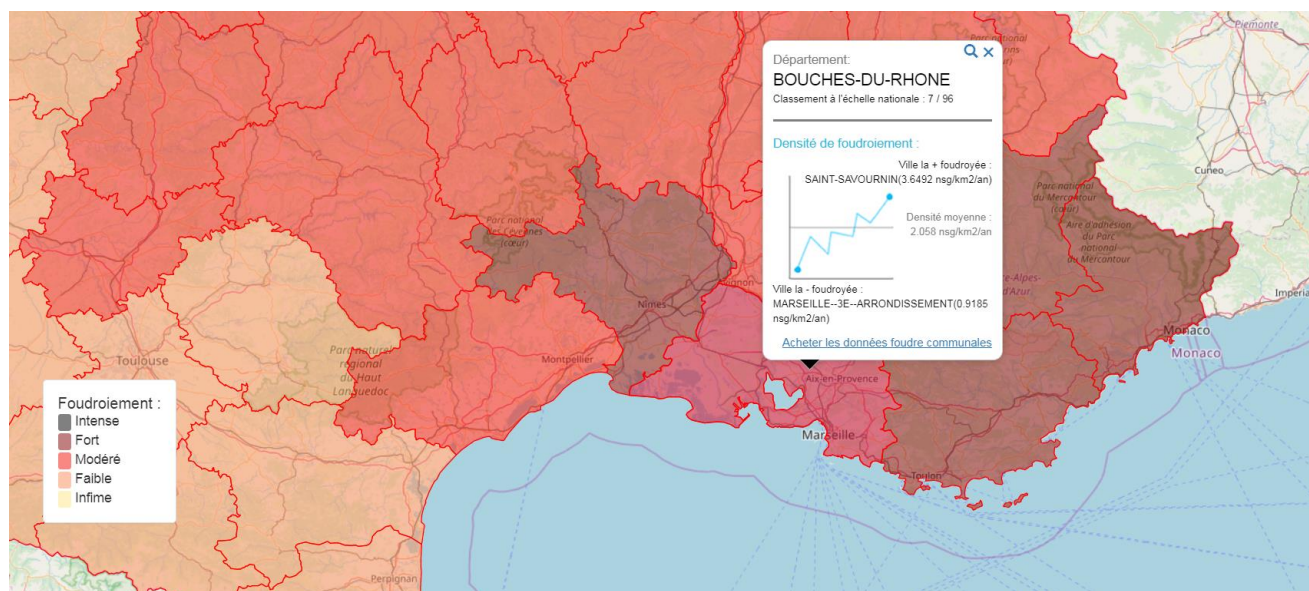
Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs,...) cette méthode est choisie.

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour le département des Bouches du Rhône (13) données fournies par la Météorage (voir carte ci-dessous)	Nsg = 2,06 (coups de foudre / km ² / 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 Plateforme de valorisation du biogaz

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	31 x 23 x 3 m Hmax: 10 mètres	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,83E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{S1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

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

La plateforme est la structure la plus haute du site.

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

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

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

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

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments							
Numéro de liaison	1	2	3	4	5	6	7
PARAMETRES	Alim logette	Alim Armoire valo 2	Alim Armoire valo 3-4	Départ HT EDF 1	Départ HT EDF 2	Départ HT EDF 3	Arrivées téléphoniques
Longueur de la section du service L_c	50	50	50	1 000	1 000	1 000	1 000
Hauteur de la ligne si aérienne H	-	-	-	-	-	-	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	3 m	3 m	3 m	-	-	-	-
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	4 x 3m	4 x 3m	4 x 3m	-	-	-	-
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	1	1	1	1	1	1	1
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	4 kV	4 kV	4 kV	6 kV	6 kV	6 kV	1,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,001
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1	1	1	1	1	1	1

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

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

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

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

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone rurale = 1.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

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

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

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$.

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,001$, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s < 20 \text{ } \Omega/\text{km}$ relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

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

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

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	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_t (facteur de réduction associé au type de sol)

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

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé d'un système d'extinction manuels (extincteurs). La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de biogaz en quantité importante. La valeur est = 0,1.

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

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

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

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

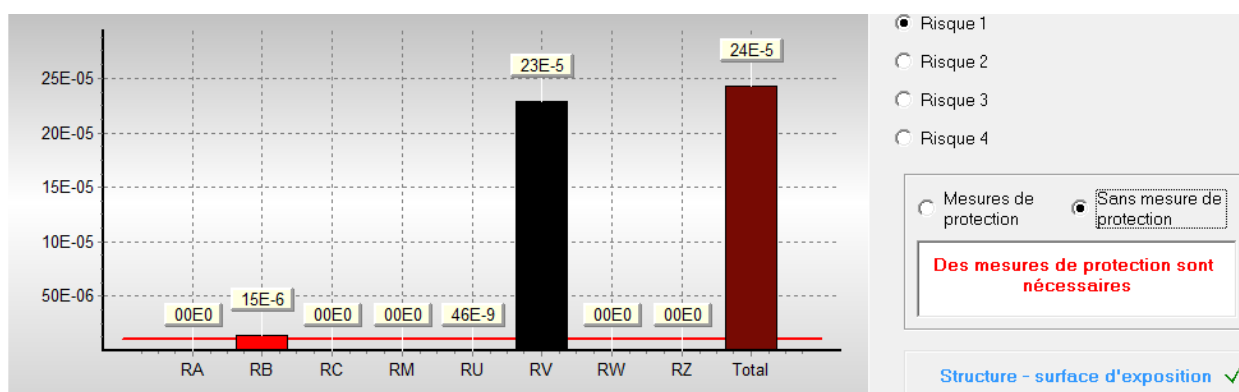
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

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	Plateforme de valorisation du biogaz	2,44 E ⁻⁴	>	1 x 10 ⁻⁵



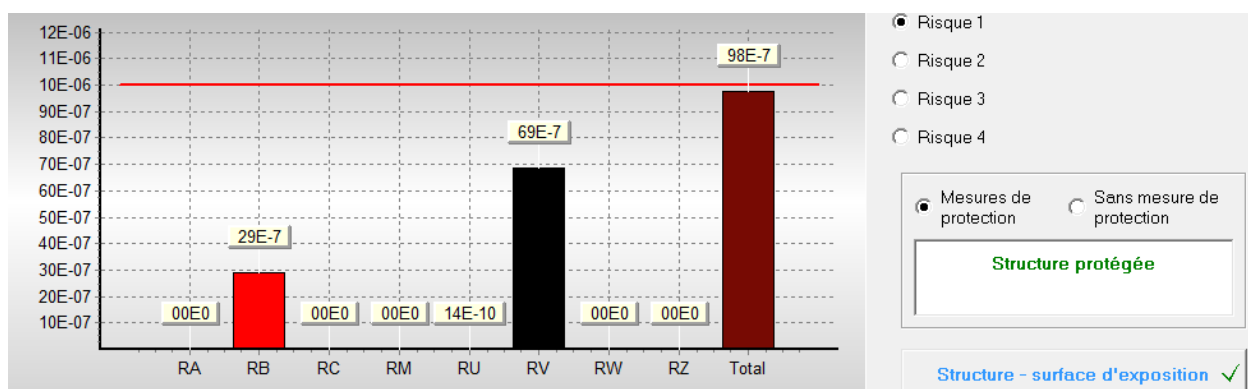
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,46E-05					1,46E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	4,58E-08					4,58E-08
V	2,29E-04					2,29E-04
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,44E-04					2,44E-04

La plateforme de valorisation du Biogaz 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	Plateforme de valorisation du biogaz	$9,77 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	2,91E-06					2,91E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,37E-09					1,37E-09
V	6,86E-06					6,86E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	9,77E-06					9,77E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
TGBT	3,42E-12	1,71E-08	0,00E+00	0,00E+00
Moteur 1	3,42E-10	1,71E-06	0,00E+00	0,00E+00
Moteur 2	3,42E-10	1,71E-06	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: Départ HT 1
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne3: Départ HT 2
Parafoudre d'entrée: niveau IV
Ligne4: Départ HT 3
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque

☐ Sans protection
☒ Avec la protection

Supprimer la protection

La plateforme de valorisation du Biogaz a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

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

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X 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.								

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

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).

6.3 Bâtiment déconditionnement

6.3.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	25 x 17 x 7 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	3,57E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

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

Le bâtiment est la structure la plus haute à proximité immédiate.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

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

6.3.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	1
PARAMETRES	Alimentation BT
Longueur de la section du service L_c	200
Hauteur de la ligne si aérienne H	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	1 m
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	1 x 1m
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	1
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	4 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

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

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone rurale = 1.

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.

Paramètre K_{S3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

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

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

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

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

6.3.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	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_t (facteur de réduction associé au type de sol)

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

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé d'un système d'extinction manuels (extincteurs). La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de produits inflammables en quantité importante. La valeur est = 0,1.

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

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

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

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

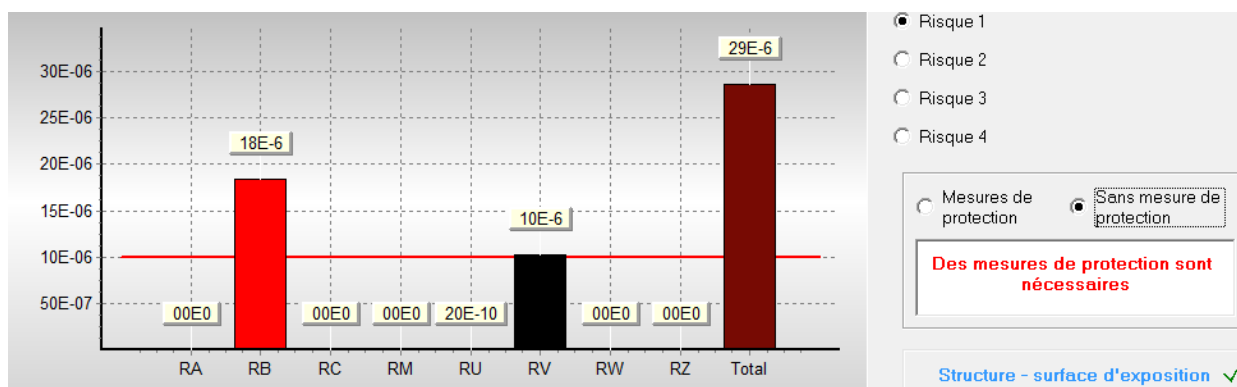
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

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	Bâtiment déconditionnement	2,86 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



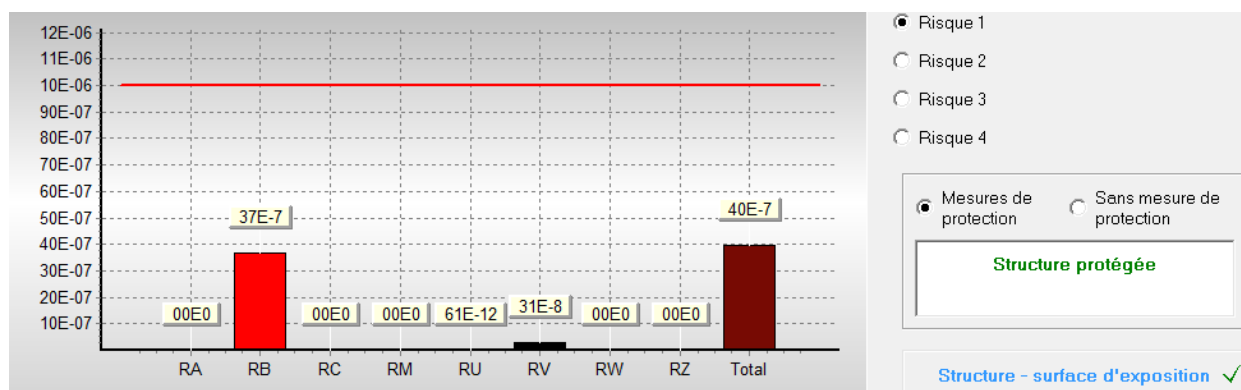
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	1,84E-05					1,84E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	2,05E-09					2,05E-09
V	1,02E-05					1,02E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	2,86E-05					2,86E-05

Le bâtiment déconditionnement 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 déconditionnement	$3,99 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	3,68E-06					3,68E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	6,14E-11					6,14E-11
V	3,07E-07					3,07E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	3,99E-06					3,99E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
TGBT	6,14E-11	3,07E-07	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

Afficher le risque

☐ Sans protection
☒ Avec la protection

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

Choix des mesures de protection

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

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X 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.								

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

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).

6.4 Bureaux

6.4.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	12 x 9 x 7 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,38E-03 km ²	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)

Les bureaux sont situés à côté de l'atelier qui est plus haut.
Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

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

6.4.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	1	2
PARAMETRES	Alimentation BT	Liaison Télécom
Longueur de la section du service L_c	100	1 000
Hauteur de la ligne si aérienne H	-	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	1 m	-
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	1 x 1m	-
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	1	1
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	4 kV	1,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02	0,001
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1	1

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

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

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

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone rurale = 1.

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

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

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

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

6.4.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	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	0,01	Ordinaire
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_t (facteur de réduction associé au type de sol)

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

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé d'un système d'extinction manuels (extincteurs). La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « ordinaire » vu la présence de produits inflammable en quantité réduite. La valeur est = 0,01.

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

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

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

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

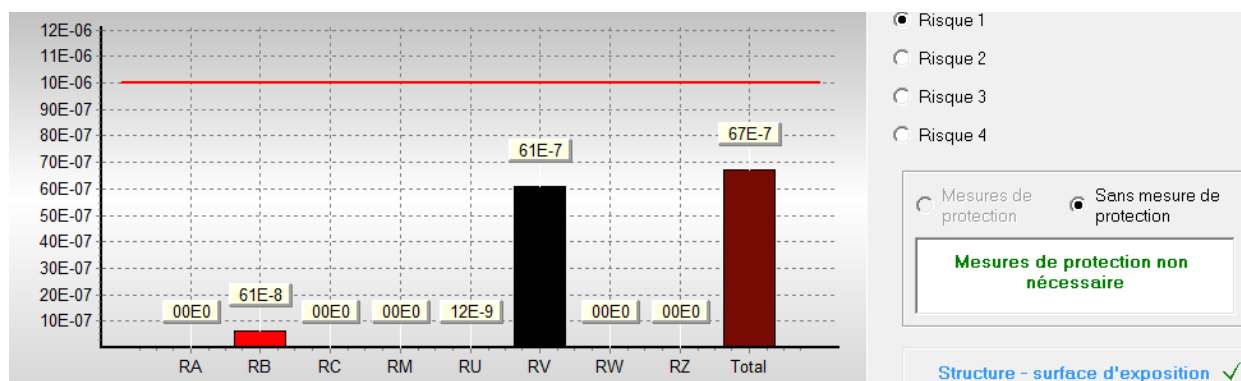
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

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

6.4.4 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	Bureaux	$6,72 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	6,13E-07					6,13E-07
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	1,22E-08					1,22E-08
V	6,09E-06					6,09E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	6,72E-06					6,72E-06

Les bureaux ont un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Ils sont donc **auto-protégés**.

6.5 Plateforme de compostage

6.5.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	127 x 66 x 3 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	1,21E-02 km ²	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)

Le bâtiment déconditionnement situé juste à côté de la zone est plus haut.
Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R_1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

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

6.5.2 Données et caractéristiques des services

Aucune ligne électrique n'est présente dans la zone.

6.5.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	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
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_o	0	NA

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

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

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

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

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

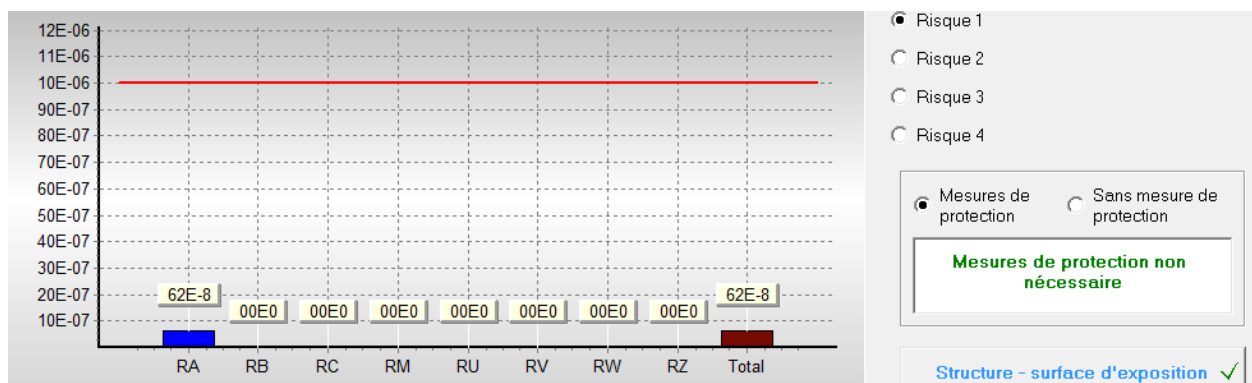
Paramètre L_o (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

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

6.5.4 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	Plateforme de compostage	$6,23 \times 10^{-7}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	$6,23E-07$					$6,23E-07$
B	$0,00E+00$					$0,00E+00$
C	$0,00E+00$					$0,00E+00$
M	$0,00E+00$					$0,00E+00$
U	$0,00E+00$					$0,00E+00$
V	$0,00E+00$					$0,00E+00$
W	$0,00E+00$					$0,00E+00$
Z	$0,00E+00$					$0,00E+00$
Total	$6,23E-07$					$6,23E-07$

La plateforme de compostage a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Elle est donc **auto-protégée.**

7. SYNTHÈSE

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

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

Structure	Protection effets directs	Protection effets indirects
Plateforme de valorisation du biogaz	Protection de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
Bâtiment déconditionnement	Protection de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
Bureaux	Auto-protégé	Auto-protégé
Plateforme de compostage	Auto-protégée	Auto-protégée
EIPS	Sans Objet	A protéger par des parafoudres de type 2 pour : - Voir tableau page 17
Canalisations métalliques	Liaison équipotentielle à prévoir pour : - Voir tableau page 8	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 JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemment.
 - 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 foudrolement

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

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

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 31 B (m): 23 H (m): 3 Hmax (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: Départ HT 1
- Ligne de puissance: Départ HT 2
- Ligne de puissance: Départ HT 3
- Ligne Telecom: Réseau télécom
- Ligne de puissance: Alimentation valo 2
- Ligne de puissance: Alimentation valo 3-4

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

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RB: 1,46E-05

RU(TGBT): 1,14E-10

RV(TGBT): 5,71E-07

RU(Moteur 1): 1,14E-08

RV(Moteur 1): 5,71E-05

RU(Moteur 2): 1,14E-08

RV(Moteur 2): 5,71E-05

RU(Moteur 3): 1,14E-08

RV(Moteur 3): 5,71E-05

RU(Réseau télécom): 1,14E-08

RV(Réseau télécom): 5,71E-05

RU(Valo 2): 1,14E-10

RV(Valo 2): 5,71E-07

RU(Valo 3-4): 1,14E-10

RV(Valo 3-4): 5,71E-07

Total: 2,45E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,45E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 2,45E-04$ est 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 = 5,9591 %

RI = 94,0409 %

Total = 100 %

RS = 0,0188 %

RF = 99,9812 %

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 à dommages physiques
- principalement en raison de 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 :

RV (Moteur 1) = 23,3306 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (Moteur 2) = 23,3306 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (Moteur 3) = 23,3306 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (Réseau télécom) = 23,3306 %

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 niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation BT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Départ HT 1:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne3 - Départ HT 2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne4 - Départ HT 3:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne5 - Réseau télécom:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne6 - Alimentation valo 2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne7 - Alimentation valo 3-4:
 - 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 = 0,2
Pc (TGBT) = 1,00E+00
Pc (Moteur 1) = 1,00E+00
Pc (Moteur 2) = 1,00E+00
Pc (Moteur 3) = 1,00E+00
Pc (Réseau télécom) = 1,00E+00
Pc (Valo 2) = 1,00E+00
Pc (Valo 3-4) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (TGBT) = 1,00E-04
Pm (Moteur 1) = 1,00E-04
Pm (Moteur 2) = 1,00E-04
Pm (Moteur 3) = 1,00E-04
Pm (Réseau télécom) = 1,00E-04
Pm (Valo 2) = 1,00E-04
Pm (Valo 3-4) = 1,00E-04
Pm = 7,00E-04
Pu (TGBT) = 3,00E-02
Pv (TGBT) = 3,00E-02
Pw (TGBT) = 1,00E+00
Pz (TGBT) = 2,00E-01
Pu (Moteur 1) = 3,00E-02
Pv (Moteur 1) = 3,00E-02
Pw (Moteur 1) = 1,00E+00
Pz (Moteur 1) = 1,00E-01
Pu (Moteur 2) = 3,00E-02
Pv (Moteur 2) = 3,00E-02
Pw (Moteur 2) = 1,00E+00
Pz (Moteur 2) = 1,00E-01
Pu (Moteur 3) = 3,00E-02
Pv (Moteur 3) = 3,00E-02
Pw (Moteur 3) = 1,00E+00
Pz (Moteur 3) = 1,00E-01
Pu (Réseau télécom) = 3,00E-02
Pv (Réseau télécom) = 3,00E-02
Pw (Réseau télécom) = 1,00E+00
Pz (Réseau télécom) = 1,50E-01
Pu (Valo 2) = 3,00E-02
Pv (Valo 2) = 3,00E-02
Pw (Valo 2) = 1,00E+00
Pz (Valo 2) = 2,00E-01
Pu (Valo 3-4) = 3,00E-02
Pv (Valo 3-4) = 3,00E-02
Pw (Valo 3-4) = 1,00E+00
Pz (Valo 3-4) = 2,00E-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: Structure
RB: 2,91E-06
RU(TGBT): 3,42E-12
RV(TGBT): 1,71E-08
RU(Moteur 1): 3,42E-10
RV(Moteur 1): 1,71E-06
RU(Moteur 2): 3,42E-10
RV(Moteur 2): 1,71E-06
RU(Moteur 3): 3,42E-10
RV(Moteur 3): 1,71E-06
RU(Réseau télécom): 3,42E-10
RV(Réseau télécom): 1,71E-06
RU(Valo 2): 3,42E-12
RV(Valo 2): 1,71E-08
RU(Valo 3-4): 3,42E-12
RV(Valo 3-4): 1,71E-08
Total: 9,81E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 9,81E-06

8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1

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

Date 01/10/2018

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 31 B (m): 23 H (m): 3 Hmax (m): 10

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,06$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 50$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

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

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

Caractéristiques des lignes: Départ HT 1

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des lignes: Départ HT 2

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des lignes: Départ HT 3

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

Caractéristiques des lignes: Réseau télécom

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

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

Caractéristiques des lignes: Alimentation valo 2

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 50$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

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

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

Caractéristiques des lignes: Alimentation valo 3-4

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 50$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): rurale

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

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interneTGBT

Connecté à la ligne Alimentation BT

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

Tension de tenue: 4,0 kV

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

Réseaux interneMoteur 1

Connecté à la ligne Départ HT 1

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

Tension de tenue: 6,0 kV

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

Réseaux interneMoteur 2

Connecté à la ligne Départ HT 2

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 interneMoteur 3

Connecté à la ligne Départ HT 3

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 interneRéseau télécom

Connecté à la ligne Réseau télécom

câblage: câble blindé 5 <R <= 20 ohm / km (Ks3 = 0,001)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneValo 2

Connecté à la ligne Alimentation valo 2

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 interneValo 3-4

Connecté à la ligne Alimentation valo 3-4

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)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,83E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,24E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 2,91E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 4,59E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation BT

$A_l = 0,000716 \text{ km}^2$

$A_i = 0,027951 \text{ km}^2$

Départ HT 1

$A_l = 0,022159 \text{ km}^2$

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

Départ HT 2

$A_l = 0,022159 \text{ km}^2$

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

Départ HT 3

$A_l = 0,022159 \text{ km}^2$

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

Réseau télécom

$A_l = 0,022159 \text{ km}^2$

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

Alimentation valo 2

$A_l = 0,000716 \text{ km}^2$

$A_i = 0,027951 \text{ km}^2$

Alimentation valo 3-4

$A_l = 0,000716 \text{ km}^2$

$A_i = 0,027951 \text{ km}^2$

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

Alimentation BT

NI = 0,000074

Ni = 0,011516

Départ HT 1

NI = 0,011412

Ni = 1,151575

Départ HT 2

NI = 0,011412

Ni = 1,151575

Départ HT 3

NI = 0,011412

Ni = 1,151575

Réseau télécom

NI = 0,011412

Ni = 1,151575

Alimentation valo 2

NI = 0,000074

Ni = 0,011516

Alimentation valo 3-4

NI = 0,000074

Ni = 0,011516

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

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

$P_c \text{ (Moteur 2)} = 1,00E+00$

$P_c \text{ (Moteur 3)} = 1,00E+00$

$P_c \text{ (Réseau télécom)} = 1,00E+00$

$P_c \text{ (Valo 2)} = 1,00E+00$

$P_c \text{ (Valo 3-4)} = 1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

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

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

$P_m \text{ (Moteur 2)} = 1,00E-04$

$P_m \text{ (Moteur 3)} = 1,00E-04$

$P_m \text{ (Réseau télécom)} = 1,00E-04$

$P_m \text{ (Valo 2)} = 1,00E-04$

$P_m \text{ (Valo 3-4)} = 1,00E-04$

$P_m = 7,00E-04$

$P_u \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

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

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

$P_u \text{ (Moteur 1)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Moteur 1)} = 1,00E+00$

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

$P_z \text{ (Moteur 1)} = 1,00E-01$

$P_u \text{ (Moteur 2)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Moteur 2)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Moteur 2)} = 1,00E+00$

$P_z \text{ (Moteur 2)} = 1,00E-01$

$P_u \text{ (Moteur 3)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Moteur 3)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Moteur 3)} = 1,00E+00$

$P_z \text{ (Moteur 3)} = 1,00E-01$

$P_u \text{ (Réseau télécom)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Réseau télécom)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Réseau télécom)} = 1,00E+00$

$P_z \text{ (Réseau télécom)} = 1,50E-01$

$P_u \text{ (Valo 2)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Valo 2)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Valo 2)} = 1,00E+00$

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

$P_u \text{ (Valo 3-4)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Valo 3-4)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Valo 3-4)} = 1,00E+00$

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemment.
 - 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 foudroiemment

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

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

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 25 B (m): 17 H (m): 7

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

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

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RB: 1,84E-05

RU(TGBT): 2,05E-09

RV(TGBT): 1,02E-05

Total: 2,86E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,86E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 2,86E-05$ est 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 = 64,2229 %

RI = 35,7771 %

Total = 100 %

RS = 0,0072 %

RF = 99,9928 %

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

les composantes du risque :

RB = 64,2229 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (TGBT) = 35,7700 %

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 niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation BT:
 - 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

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 0,2$

P_c (TGBT) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (TGBT) = $1,00E-04$

$P_m = 1,00E-04$

P_u (TGBT) = $3,00E-02$

P_v (TGBT) = $3,00E-02$

P_w (TGBT) = $1,00E+00$

P_z (TGBT) = $2,00E-01$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,5$

$r_f = 0,1$

$h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure

RB: $3,68E-06$

RU(TGBT): $6,14E-11$

RV(TGBT): $3,07E-07$

Total: $3,99E-06$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $3,99E-06$

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus),
l'évaluation du risque est :
Risque inférieur au risque tolérable: R1
SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUDRE.

Date 28/09/2018

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 25 B (m): 17 H (m): 7
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)
Blindage de structure : Aucun bouclier équivalent de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,06$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 200$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (C_e): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 1
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

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

Réseaux interne TGBT

Connecté à la ligne Alimentation BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($Ks3 = 0,02$)

Tension de tenue: 4,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $Ad = 3,57E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $Am = 2,18E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $Nd = 3,68E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $Nm = 4,45E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation BT

$Al = 0,003935 \text{ km}^2$

$Ai = 0,111803 \text{ km}^2$

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

Alimentation BT

$Nl = 0,002027$

$Ni = 0,230315$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

$P_c = 1,00E+00$

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

$P_m = 1,00E-04$

$P_u \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

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

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

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre**Évaluation des risques
Sélection des mesures de protection****INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroisement.
 - 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 foudroisement

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

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

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 12 B (m): 9 H (m): 7

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: Réseau 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 A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RB: 6,13E-07

RU(TGBT): 8,96E-10

RV(TGBT): 4,48E-07

RU(Réseau Télécom): 1,13E-08

RV(Réseau Télécom): 5,64E-06

Total: 6,72E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 6,72E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 6,72E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 6,72E-06$ est 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.

Date 28/09/2018

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 12 B (m): 9 H (m): 7

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)

Blindage de structure : Aucun bouclier équivalent de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,06$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT

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

Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (C_e): rurale

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 1

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

Caractéristiques des lignes: Réseau Télécom

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

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (C_e): rurale

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: ordinaire ($r_f = 0,01$)

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interne TGBT

Connecté à la ligne Alimentation BT

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

Tension de tenue: 4,0 kV

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

Réseaux interne Réseau Télécom

Connecté à la ligne Réseau Télécom

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

Tension de tenue: 1,5 kV

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

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

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

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

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,38E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,07E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,23E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 4,25E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation BT

$A_l = 0,001699 \text{ km}^2$

$A_i = 0,055902 \text{ km}^2$

Réseau Télécom

$A_l = 0,021891 \text{ km}^2$

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

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

Alimentation BT

$N_l = 0,000875$

$N_i = 0,115158$

Réseau Télécom

$N_l = 0,011274$

$N_i = 1,151575$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

$P_c \text{ (Réseau Télécom)} = 1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

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

$P_m \text{ (Réseau Télécom)} = 1,00E-04$

$P_m = 2,00E-04$

$P_u \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (TGBT)} = 1,00E+00$

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

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

$P_u \text{ (Réseau Télécom)} = 1,00E+00$

$P_v \text{ (Réseau Télécom)} = 1,00E+00$

$P_w \text{ (Réseau Télécom)} = 1,00E+00$

$P_z \text{ (Réseau Télécom)} = 1,50E-01$

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

INDEX

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemment.
 - 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 foudroissement

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

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

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 127 B (m): 66 H (m): 3

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.

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

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RA: 6,23E-07

Total: 6,23E-07

Valeur du risque total R1 pour la structure : 6,23E-07

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 6,23E-07$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 6,23E-07$ est 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.

Date 28/09/2018

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 127 B (m): 66 H (m): 3

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)

Blindage de structure : Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2,06$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Béton ($r_a = 0,01$)

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) $L_t = 0,01$

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: R_a

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,21E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 3,01E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 6,23E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 6,14E-01$

Lignes électriques

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

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

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

ANNEXE 2**Liste des paramètres**

Données et caractéristiques de la structure

				param choisi
Longueur de la structure		L_b	m	m
Largeur de la structure		W_b	m	m
Hauteur de la structure		H_b	m	m
Hauteur des protubérances du toit mesurée à partir du sol		H_{pb}	m	m
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C_d	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de même hauteur ou + petits	C_d	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C_d	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C_d	2	
Probabilité de dommages physiques sur une structure	Structure non protégée par SPF	P_B	1	
	Structure protégée par SPF niveau IV	P_B	0,2	
	Structure protégée par SPF niveau III	P_B	0,1	
	Structure protégée par SPF niveau II	P_B	0,05	
	Structure protégée par SPF niveau I	P_B	0,02	
	SPF niveau I et armatures en métal continues ou en bétonarmé agissant comme descentes naturelles	P_B	0,01	
	Idem avec toiture métallique	P_B	0,001	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	K_{S1}	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	K_{S1}	$0,12xw$	
	A une distance plus faible, par ex allant de $0,1w$ à $0,2w$	K_{S1}	$2x0,12xw$	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	K_{S1}	0,0001-0,00001	
Densité de foudroiement au sol	Suivant carte de la norme NF C 17102 F11 :2015-5	N_{sg}		
Nombre total de personnes attendues dans la structure		n_t		

**Caractéristiques
de la zone**

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

Données et caractéristiques de la
ligne de puissance

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

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

Données et caractéristiques de la ligne de communication

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


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

Perte humaine

				param choisi
Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas	Tout type - (personnes à l'intérieur des bâtiments)	L _t	0,0001	
	Tout type - (personnes à l'extérieur des bâtiments)	L _t	0,01	
Pertes dues aux dommages physiques	Hopitaux, hôtels, bâtiments civils	L _f	0,1	
	Industrielle, commerciale, scolaire	L _f	0,05	
	Publique, églises, musées	L _f	0,02	
	Autres	L _f	0,01	
Facteur augmentant les pertes en présence d'un danger particulier	Pas de danger particulier	h _z	1	
	Faible niveau de panique	h _z	2	
	Niveau de panique moyen	h _z	5	
	Difficulté d'évacuation	h _z	5	
	Niveau de panique élevé	h _z	10	
	Danger pour l'environnement	h _z	20	
	Contamination de l'environnement	h _z	50	
Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	Structure avec risques d'explosion	L _o	0,1	
	Hôpitaux	L _o	0,001	
	Autres	L _o	0	
Risque tolérable		R _t	0,00001	0,00001

ANNEXE 3**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.

	Réf. document RGC 23 771	Révision A	Annexe 3
Effet réducteur	<p>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.</p>		
Electrode de terre	<p>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.</p>		
Equipements métalliques	<p>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.</p>		
Etincelle dangereuse (étincelage)	<p>Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.</p>		
Foudre	<p>Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).</p>		
Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)	<p>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.)</p>		
Liaison équipotentielle	<p>Eléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.</p>		
Mode commun (MC)	<p>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.</p>		
Mode différentiel (MD)	<p>Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans la masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.</p>		

RG Consultant	Réf. document RGC 23 771	Révision A	Annexe 3
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	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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, equipotentiel et maillé.		

RG Consultant	Réf. document RGC 23 771	Révision A	Annexe 3
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.		
Surtemp	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.		