

ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

LYSIPACK

SITE DE MERPINS (16)



LYSIPACK

SITE DE MERPINS (16)

Référence document



RGC 26 395

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre de l'usine **LYSIPACK** située sur la commune de **MERPINS** dans le département de la **Charente (16)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **LYSIPACK** 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 : Nicolas ALNET Société : RG CONSULTANT Date : 10/11/2021 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Société : RG CONSULTANT Date : 23/11/2021 Visa 	A

DIFFUSION :

<p>LYSIPACK</p> <p>ZI de Merpins – Avenue des Torulas 16100 Merpins www.lysipack.fr</p>	<p>RG CONSULTANT</p> <p>15 rue Léon BLUM 33150 CENON Email : info@rg-consultant.com</p>
---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 26 395	10/11/2020	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR LYSIPACK

INTITULE	Fournis	Référence / Auteur
Etude de Dangers, dossier ICPE ou Résumé non technique	Oui	Dossier de demande d'autorisation d'exploiter une installation classée : Etude d'Impact DPC/Lysipack/018-0423/rev1
Arrêté Préfectoral (Rubrique ICPE le cas échéant)	Non	
P.O.I (Plan d'Opération Interne)	Oui	Procédure Incendie
Liste et implantation des EIPS ou MMR	Non	
Plans des réseaux enterrés (HT, BT, CFA, canalisations, terre et équipotentialité)	Non	
Synoptique Courant fort	Oui	Plans TGBT A & TD Bureaux Rapport de vérifications et rapport thermographique
Synoptique Courant faible	Non	
Plan de masse	Oui	Plan Général PC 18.14
Plan de coupe	Non	
Plan des façades	Non	
Plan de zonage ATEX	Oui	Document Relatif à la Protection contre les Explosions 7313315-1 – Ind.0 Audit Atex : 7313315_2_1

Tableau 1 : Liste des documents

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

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

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

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 GENERALITES	6
2.2 PERSONNEL SUR SITE	7
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	7
2.3.1 Réseau Normal	7
2.3.2 Réseau Secouru	7
2.3.3 Réseau Ondulé	8
2.3.4 Réseau photovoltaïque	8
2.4 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	9
2.5 PROTECTION INCENDIE	9
2.6 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	10
2.7 CHEMINEMENT DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES GENERAUX DU SITE	10
2.8 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES	11
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	12
3.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	12
3.2 NORMES DE REFERENCES	12
4. MÉTHODOLOGIE	13
4.1 PRESENTATION GENERALE	13
4.2 LIMITE DE L'A.R.F	14
4.3 PRINCIPE DE L'ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	14
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	17
5.1 SITUATIONS REGLEMENTAIRES	17
5.2 POTENTIELS DE DANGER	18
5.3 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	18
5.4 EVENEMENTS INITIATEURS	19
5.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	20
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre	21
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre	22
6.1 DONNEES GENERALES	22
6.2 USINE	23
6.2.1 Données et caractéristiques de la structure	23
6.2.2 Données et caractéristiques des services	24
6.2.3 Données et caractéristiques de la zone	25
6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	27
6.3 STOCKAGE DECHETS DANGEREUX	30
6.3.1 Données et caractéristiques de la structure	30
6.3.2 Données et caractéristiques des services	31
6.3.3 Données et caractéristiques de la zone	31
6.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)	33
6.4 POSTE ELECTRIQUE	34
6.4.1 Données et caractéristiques de la structure	34
6.4.2 Données et caractéristiques des services	35

6.4.3	<i>Données et caractéristiques de la zone</i>	36
6.4.4	<i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i>	38
7.	SYNTHESE	39

ANNEXES

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

Annexe 2 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le site **LYSIPACK** situé sur la commune de **MERPINS** dans le département de la **CHARENTE (16)** est soumis à 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

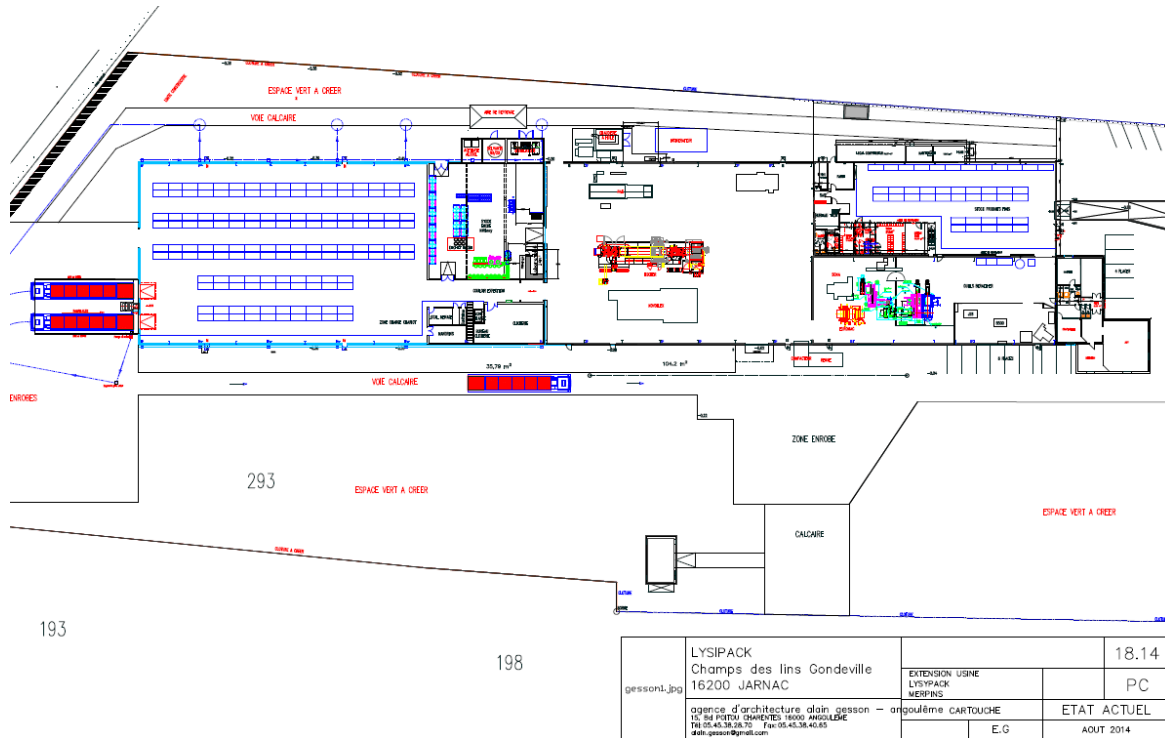


Figure 1: Plan de masse du site

La société **LYSIPACK** imprime sur son site de MERPINS des emballages flexibles pour les beurres, produits laitiers, poudres alimentaires et pharmaceutiques... Ces emballages sont réalisés à partir d'aluminium, de papier et plastique. Les encres utilisées sont à base de solvant.



Figure 2 : Vue aérienne Google

2.2 Personnel sur site

Le site a un effectif total de 46 salariés travaillant en 3 x 8 du lundi au vendredi.

2.3 Caractéristiques des courants forts

2.3.1 Réseau Normal

Le site est alimenté en haute tension 20kV via 1 poste de livraison en bordure de site.

De ce poste, une ligne HT vient alimenter en souterrain le poste du site :

Structure	Dénomination du poste	Transformateur	Installations alimentées
Local Poste	Poste électrique	1000kVA 20kV/410V	TGBT A + B TGBT C

Tableau 2 : Distribution BT

Le régime de neutre 410 V est TN.

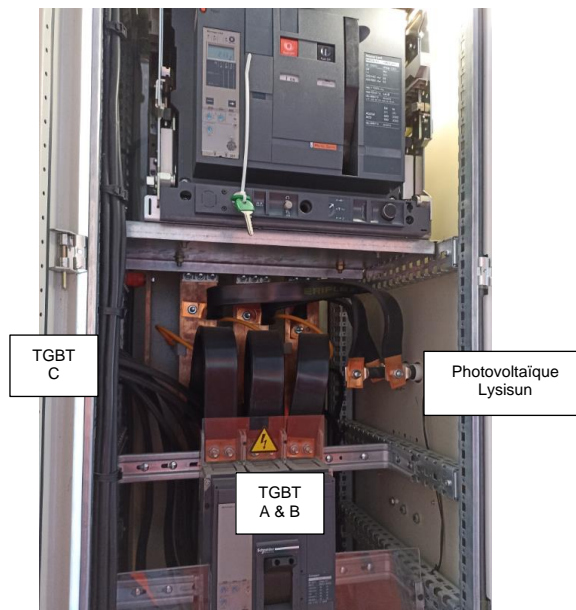


Figure 3 : Masterpact NW20 H1 et connexion départ TGBT A & B, TGBT C et arrivée réseau photovoltaïque

2.3.2 Réseau Secouru

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

2.3.3 Réseau Ondulé

Le site dispose d'un réseau ondulé sécurisant une partie des installations électriques du site.

RECENSEMENT ONDULEURS		
Localisation	Références Distribution	Désignations onduleurs
Bureaux	/	Onduleurs Informatique
Production	Imprimeuse BOBST	Onduleur Machine
	Imprimeuse NOVOFLEX	Onduleur Machine

Tableau 3 : Réseau ondulé

2.3.4 Réseau photovoltaïque

Le site est équipé d'un champ de panneaux solaires d'environ 250 kWc, situé au sud-ouest du site. L'énergie produite est utilisée en autoconsommation. Puissance réinjectée de 225 kVa.

Le courant est redistribué en aval du disjoncteur général BT de l'installation, au travers la ligne identifiée Lysisun.



Figure 4 : Champ de panneau solaire

2.4 Caractéristiques des courants faibles

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne cuivre souterraine et l'informatique via une ligne fibre optique. Les 2 réseaux arrivant dans le local courant faible des bureaux technique (Etage du bâtiment stockage).

La fibre n'étant pas impactable par la foudre cette ligne ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

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

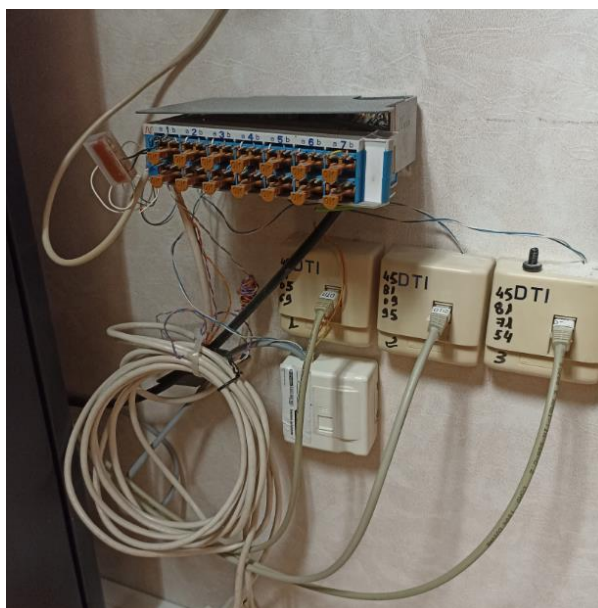


Figure 5 : Tête de ligne Télécom et lignes directes

2.5 Protection incendie

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

- Extincteurs et RIA,
- Désenfumage,
- Détection incendie dans l'ensemble des bâtiments du site,
- Centrale de détection incendie,
- Murs coupe-feu 2h entre certaines zones (Zone d'encre, zone bobinage et Produits finis, local archives.)
- Bassin de réserve incendie de 250 m³.
- Vanne manuelle de confinement.

Du personnel de sécurité est présent sur les heures de travail : Equipiers de 1^{ère} intervention. Le report d'alarme se fait via une société extérieur qui est en charge d'alerter les secours en cas d'accident, par contact des personnes à prévenir, puis si aucune réponse, appel vers des pompiers.

Le temps d'intervention du SDIS est de l'ordre de 10 minutes en cas d'alerte.

2.6 Mise à la terre des installations

Le bâtiment a été construit en différentes phases, sans garantie de continuité de la boucle à fond de fouille et d'une section supérieur à 50 mm². Des remontés de terre et connexions en pied d'IPN, sont visibles en différents endroit du site.

Certaines connexions sont faites par conducteur venant des liaisons équipotentielles BT. Sur la zone de stockage, partie la plus ancienne du site, la charpente est connectée à la terre par conducteur méplat.

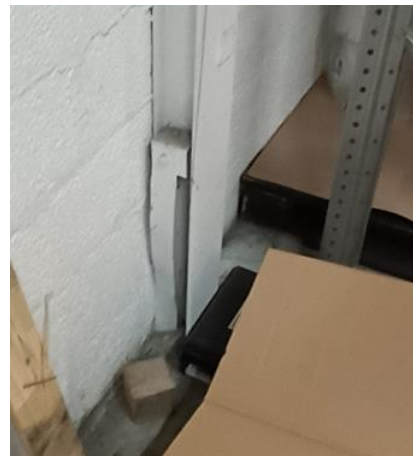


Figure 6 : Mise à la terre des structures métalliques du bâtiment

2.7 Cheminement des réseaux courants forts et faibles généraux du site

Zone	Lignes connectées			
	Nom	Longueur (m)	Relié à	Type
Poste Electrique	Alimentation HT	1 000	Poste de livraison	Souterrain
	Alimentation BT PhotovoltaïqueLysisun	250	Champ Panneaux solaire	Souterrain
	Alimentation BT A & B	15	TGBT A	Souterrain
	Alimentation BT C	50	TGBT C	Souterrain
Usine	Alimentation BT A & B	15	Poste Electrique	Souterrain
	Alimentation BT C	50	Poste Electrique	Souterrain
	Caméra Vidéosurveillance	100	Switch Vidéo Baie Informatique	Aérien
	Alimentation Groupe Froid + CTA	20	TGBT C	Aérien
	Courants faibles - Cuivre	1 000	Liaison ORANGE	Souterrain

Tableau 4 : Réseaux

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

2.8 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Chaufferie Bureaux & Sanitaires	Gaz	Métallique	Oui
	Eaux Chaudes	Métallique	Oui
	Canalisations Pack	Métallique	Oui
Nouvelle Chaufferie (Production)	Gaz	Métallique	Non
	Fluide thermique Aller	Métallique	Non
	Fluide thermique Retour	Métallique	Non
	Eau glycolée Aller	Métallique	Non
	Eau glycolée Retour	Métallique	Non
Compresseur	Air	Métallique	Non
Bobinage, Operculage	Canalisation de récupérations des déchets de découpage	Métallique	Oui pour 3 canalisations par liaison de faite à la charpente. Non pour 2
Imprimeuse BOBST	Prise aire neuf et canalisations d'extractions d'air	Métallique	Oui, de faite par maintien à la charpente.
	Extraction solvant	Métallique	Non
Imprimeuse NOVOFLEX	Arrivée d'air	Métallique	Non
	Extractions d'airs	Métallique	Non
Ensemble du bâtiment	Arrivée principale RIA	Métallique	Non
	A.E.P	PE /PEHD/ PVC	Non
	E.U		

Source : Selon expertise/infos clients.

Tableau 5 : Canalisations

3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

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

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

3.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – 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

Tableau 6 : Différents types de pertes

L'Analyse du Risque Foudre identifie :

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

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

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

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

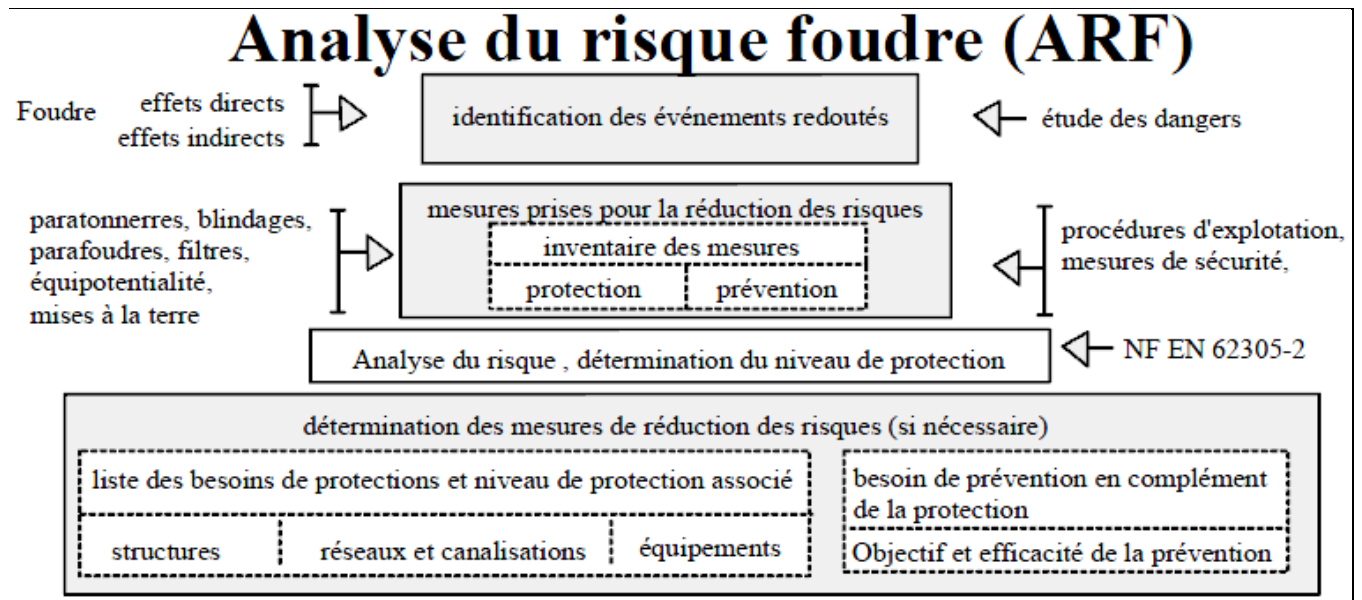


Figure 7: Structure de l'Analyse de Risque Foudre

4.2 Limite de l'A.R.F

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

En effet :

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

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

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

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^* + R_M^* + R_U + R_V + R_W^* + R_Z^*$$

↓ Impact sur la structure
 ↓ Impact sur le service
 ↓ Impact à proximité du service
 ↓ Impact à proximité de la structure

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

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

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

Où

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

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

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

Les huit composantes sont définies comme suit :

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

Tableau 7 : Natures du risque

- Acceptabilité du risque

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

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

Si $R_1 > R_T$

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

Si $R_1 \leq R_T$

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

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

- Mesures de réduction des risques

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

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

Tableau 8 : Mesures de protection pour réduire le risque

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

5.1 Situations réglementaires

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

Rubrique	Désignation de la rubrique	Régime
2450-A	Imprimeries ou ateliers de reproduction graphique sur tout support tel que métal, papier, carton, matières plastiques, textiles etc. utilisant une forme imprimante.	Autorisation
3670-2	Traitement de surface de matières, d'objets ou de produits à l'aide de solvants organiques, notamment pour les opérations d'apprêt, d'impression, de couchage, de dégraissage...	Autorisation

Tableau 9 : Rubriques ICPE

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

5.2 Potentiels de danger

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

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

Tableau 10 : Phénomènes redoutés

Nous considérons qu'au regard du risque foudre aucune installation ne peut générer un scénario d'effets latéraux à l'extérieur des bâtiments.

5.3 Zones à risques d'explosion

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

Le risque d'explosion ne sera donc pas retenu.

5.4 Evénements initiateurs

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

Elle peut soit :

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

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
<p style="text-align: center;">Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.</p>
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
<p style="text-align: center;">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.</p>
Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
<p style="text-align: center;">Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.</p>
Percement de conteneur ou de canalisation
<p style="text-align: center;">Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.</p>
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
<p style="text-align: center;">Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.</p>
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
<p style="text-align: center;">Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.</p>
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
<p style="text-align: center;">Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.</p>
Effets sur les personnes
<p style="text-align: center;">Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.</p>

Tableau 11 : Interaction foudre/équipements

5.5 Mesures de maîtrise des risques

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

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteur	Non
RIA	Non
Onduleurs/informatique & Process Machine	Oui
Vidéo-surveillance (Switch)	Oui
Centrales de détection intrusion	Oui
Centrales de détection incendie	Oui
Report d'alarmes	Oui

Tableau 12 : Liste des équipements de sécurité

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

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

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

Bâtiments / Installations	Traitement statistique selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Ensemble du bâtiment Usine	X	
Stockage de déchet dangereux	X	
Poste Electrique	X	

Tableau 13 : Installations à étudier dans l'ARF

Méthode déterministe¹ :

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

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

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

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour la commune de MERPINS (16) données fournies par la Météorage (voir carte ci -dessous)	Nsg = 0,89 (coups de foudre / km ² / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

Tableau 14 : Données pour le calcul du risque foudre

*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.



Figure 8: Nsg suivant la carte de météorage

6.2 Usine

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	$L \times W \times H_b$	178 x 32 x 11 m Hmax = 13 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	2,30E-02 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

Tableau 15 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

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

Aucune structure n'a une hauteur plus importante à proximité.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

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

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

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

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Numéro de liaison	Nom de la ligne	LC	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{s3}	P_{SPD}
1	Alimentation BT A & B	15	-	4,3 x 2,5 x 3m	0,25	0,1	4kV	0,02	1
2	Alimentation BT C	50	-	4,3 x 2,5 x 3m	0,25	0,1	4kV	0,02	1
3	Caméra - Vidéosurveillance	100	8	-	0,25	0,1	1,5kV	0,02	1
4	Alimentation Groupe Froid + CTA	20	2	8 x 3 x 4	0,25	0,1	2,5kV	0,02	1
5	Courant faible – Réseau Cuivre	1000	-	-	0,25	0,1	1,5kV	0,02	1

Tableau 16 : Données et caractéristiques des services

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

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

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

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

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone urbaine (Zone industrielle de Merpins) avec des bâtiments d'une hauteur comprise entre 10m et 20m. Nous indiquons la valeur = 0,1 – zone urbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

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

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

Pour les lignes de puissances et de courants faibles (télécom et caméra), nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car selon nos relevés, nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

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

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

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

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

Tableau 17 : Données et caractéristiques de la zone

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

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

(1) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 18 : Paramètre r_a / r_u

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

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

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

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

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

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « Elevée » vu la nature des produits stockés (Pour Mémoire, la charge calorifique d'un bureau est comprise entre 590 et 760 MJ/m², celle de travaux d'impression, entre 340 et 420 MJ/m², celle d'une usine de sachets en plastiques, papiers de 510 MJ/m², celle d'emballage de produits alimentaire de 840 MJ/m² ; celle d'une usine de peinture (Stockage d'encre (Solvants, ...) de 5100 MJ/m²)

Le calcul réalisée pour l'usine est de 930 MJ/m². La valeur est = 0,1.

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

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

Tableau 19 : Paramètre r_f

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

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, école, bâtiments civils, Risque d'explosion	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale,	2 x 10 ⁻²
Publique de Loisir, églises, musées	5 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 20 : Paramètre L_f

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

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

Tableau 21 : Paramètre h_z

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

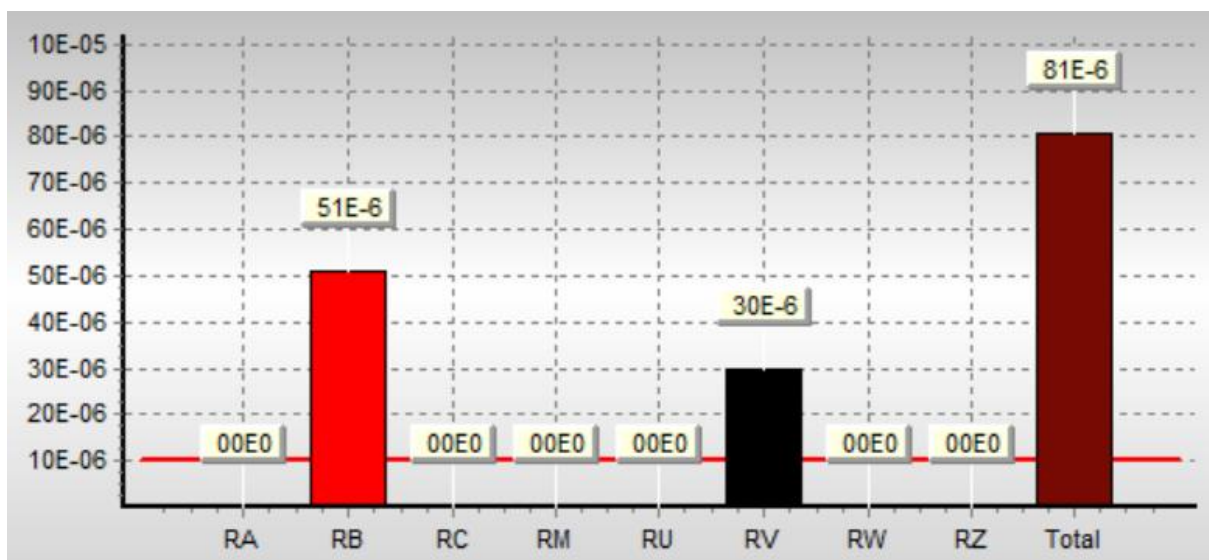
Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer.

Nous indiquons la valeur $L_o = 0$.

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	Usine	8,07 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	5,12E-05					5,12E-05
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	0,00E+00					0,00E+00
V	2,95E-05					2,95E-05
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	8,07E-05					8,07E-05

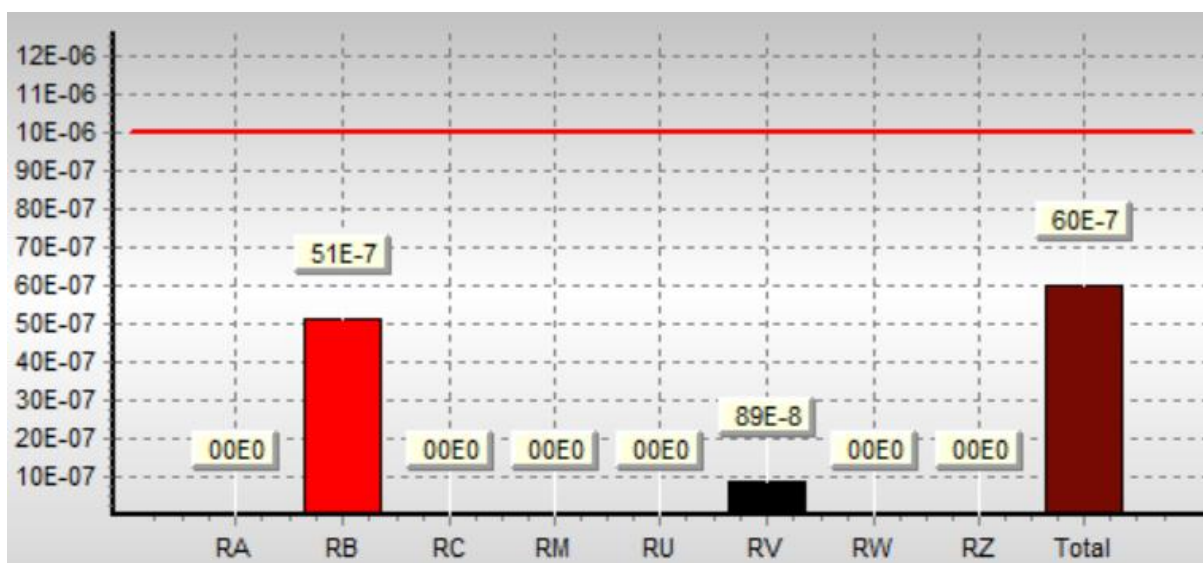
Figure 9: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

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

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

Analyse avec protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Usine	$6,01 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	5,12E-06					5,12E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	0,00E+00					0,00E+00
V	8,86E-07					8,86E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	6,01E-06					6,01E-06

Figure 10: Résultat du calcul du risque R1 avec protections

L' Usine 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.

Tableau 22 : Choix des protections foudre

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

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

6.3 Stockage déchets dangereux

6.3.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	L x W x H _b	8,5 x 5,5 x 6 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	1,57E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	1	Isolé
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 23 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

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

Aucune structure à proximité.

Nous indiquons donc la valeur 1 – Isolé.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r 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

Aucune ligne de connecter. Pour le calcul Jupiter, il sera pris par défaut une ligne non connecté à la zone.

6.3.3 Données et caractéristiques de la zone

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

Tableau 24 : Données et caractéristiques de la zone

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

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

(2) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 25 : Paramètre r_a / r_u

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

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

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

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

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

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables en quantité importante et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés.

La valeur est = 0,1.

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

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

Tableau 26 : Paramètre r_f

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

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 27 : Paramètre L_f

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

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 28 : Paramètre h_z

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

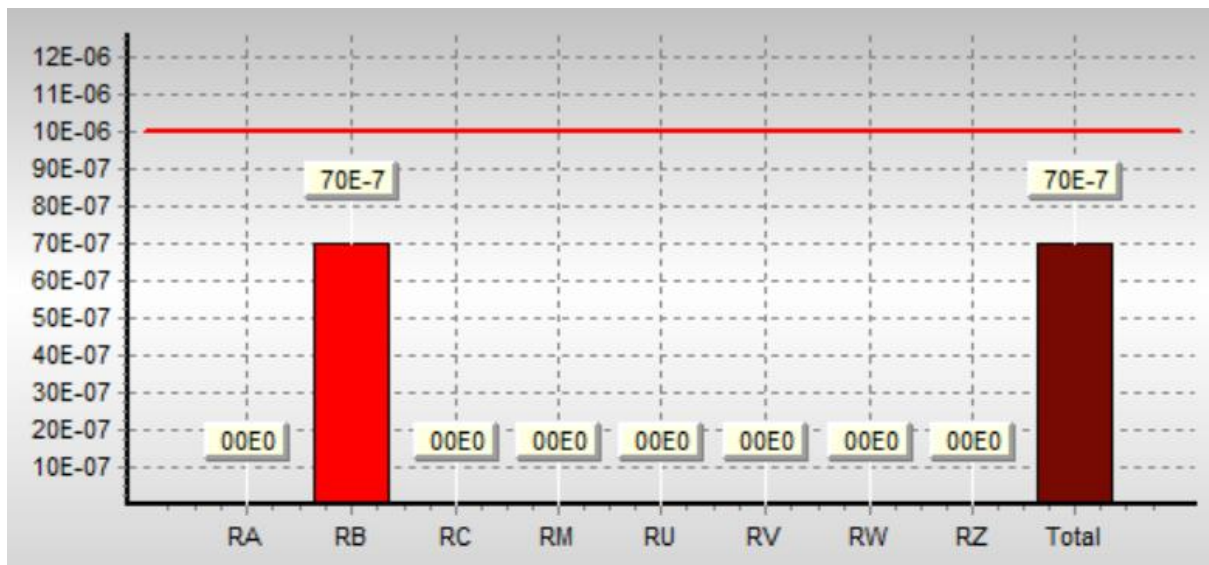
Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer.

Nous indiquons la valeur $L_o = 0$.

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	Stockage de produits dangereux	$6,99 \times 10^{-6}$	<	1×10^{-5}



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	6,99E-06					6,99E-06
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	6,99E-06					6,99E-06

Figure 11: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

Le Stockage de produits dangereux a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation.

6.4 Poste Electrique

6.4.1 Données et caractéristiques de la structure

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Dimensions	L x W x H _b	4,3 x 2,5 x 3 m	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	3,88E-04 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	0,25	Entouré d'objets plus haut
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{s1}	1	Aucun blindage

Tableau 29 : Données et caractéristiques de la structure

Justification des paramètres encodés

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

Présence du bâtiment usine de hauteur supérieure à proximité.

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

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

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

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r 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	Nom de la ligne	LC	H	$L_a \times W_a \times H_a$	C_d	C_e	U_w	K_{S3}	P_{SPD}
1	Alimentation HT	1000	-	-	0,25	0,1	6kV	0,02	1
2	Alimentation BT Lysisun	250	-	70 x 60 x 3m	0,25	0,1	4kV	0,02	1
3	Alimentation BT A & B	15	-	178 x 32 x 11m	0,25	0,1	4kV	0,02	1
4	Alimentation BT C	50	-		0,25	0,1	4kV	0,02	1

Tableau 30 : Données et caractéristiques des services

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

Justification des paramètres encodés

Paramètre L_c (Longueur de la section du service)

La valeur indiquée correspond à la longueur de la ligne.

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

Paramètres H (caractéristiques de la hauteur de la ligne)

La valeur indiquée correspond à la hauteur de la ligne aérienne.

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

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

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

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

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone urbaine (Zone industrielle de Merpins) avec des bâtiments d'une hauteur comprise entre 10m et 20m. Nous indiquons la valeur = 0,1 – zone urbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

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

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

Pour les lignes de puissances et de courants faibles (télécom et caméra), nous choisissons la valeur $K_{S3} = 0,02$ car selon nos relevés, nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

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

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

6.4.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_a / r_u	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,001	Faible
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_o	0	SO

Tableau 31 : Données et caractéristiques de la zone

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

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

(3) Valeurs mesurées entre une électrode de 400cm² comprimée avec une force de 500 N à point à l'infini.

Tableau 32 : Paramètre r_a / r_u

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

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

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

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

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

Le site est équipé de systèmes d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

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

Le risque d'incendie estimé est « Faible » vu de la nature des produits stockés (Local électrique)

La valeur est = 0,001.

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

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

Tableau 33 : Paramètre r_f

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

Type de Structure	L_f
Hôpitaux, hôtels, bâtiments civils	10 ⁻¹
Industrielle, commerciale, scolaire	5 x 10 ⁻²
Publique, églises, musées	2 x 10 ⁻²
Autres	10 ⁻²

Tableau 34 : Paramètre L_f

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

Type de danger particulier	h_z
Pas de danger particulier	1
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	2
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	5
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	5
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	10
Le risque de Dangers pour l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Absence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site, effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	20
Le risque de Contamination de l'environnement a été retenu pour les raisons suivantes : Présence de risques d'émission de substances chimiques ou biologiques hors du site et/ou effets latéraux contenus à l'intérieur du site.	50

Tableau 35 : Paramètre h_z

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

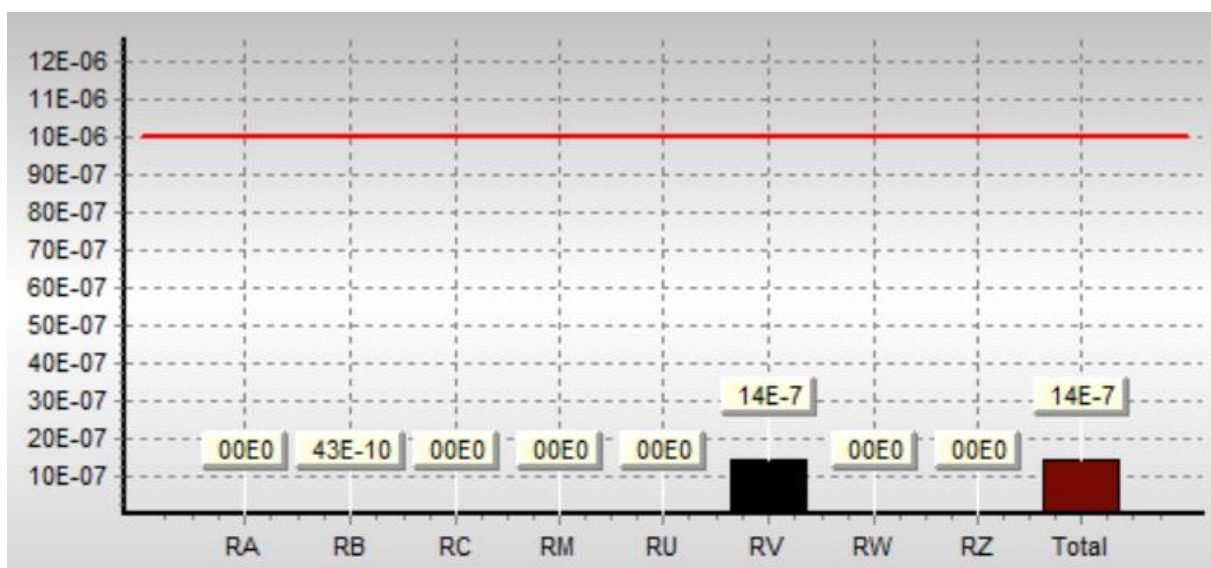
Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer.

Nous indiquons la valeur $L_o = 0$.

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	Poste Electrique	1,43 x 10 ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	4,32E-09					4,32E-09
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	0,00E+00					0,00E+00
V	1,43E-06					1,43E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,43E-06					1,43E-06

Figure 12: Résultat du calcul du risque R1 sans protections

Le Poste Electrique a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation.

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
Usine	Protection de niveau III	Protection de niveau III
Stockage de produits dangereux	Risque tolérable	Risque tolérable
Poste électrique	Risque tolérable	Risque tolérable

Tableau 36: Synthèse des protections foudre

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

Structure	Organes de sécurité
Ensemble du site	Onduleurs/informatique & Process Machine
	Vidéo-surveillance (Switch)
	Centrales de détection intrusion
	Centrales de détection incendie
	Report d'alarmes

Tableau 37: Synthèse des MMR

➤ Des liaisons équipotentielles sont à prévoir pour les canalisations suivantes :

Zone	Nom	Nature	Mise à la terre
Chaufferie Bureaux & Sanitaires	Gaz	Métallique	Oui
	Eaux Chaude	Métallique	Oui
	Canalisations Pack	Métallique	Oui
Nouvelle Chaufferie (Production)	Gaz	Métallique	Non
	Fluide thermique Aller	Métallique	Non
	Fluide thermique Retour	Métallique	Non
	Eau glycolée Aller	Métallique	Non
	Eau glycolée Retour	Métallique	Non
Compresseur	Air	Métallique	Non
Bobinage, Operculage	Canalisation de récupérations des déchets de découpage	Métallique	Oui pour 3 canalisations par liaison de faite à la charpente. Non pour 2
Imprimeuse BOBST	Prise aire neuf et canalisations d'extractions d'air	Métallique	Oui, de faite par maintien à la charpente.
	Extraction solvant	Métallique	Non
Imprimeuse NOVOFLEX	Arrivée d'air	Métallique	Non
	Extractions d'airs	Métallique	Non
Ensemble du bâtiment	Arrivée principale RIA	Métallique	Non

Tableau 38: Synthèse des liaisons équipotentielles à prévoir

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 2.0.1
conforme à la norme NF EN 62305-2**

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom: N. ALNET
Raison sociale:RG Consultant
Numéro Qualifoudre:071179534036

Client:

Client: Lysipack - Bâtiment Usine
description de la structure : Lysipack
Adresse: ZI de Merpins - Avenue de Torulas
Ville: MERPINS
Région

INDEX

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

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 178 B (m): 32 H (m): 11 Hmax (m): 13

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine
- perte de valeurs économiques

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 A & B
- Ligne de puissance: Alimentation BT C
- Ligne Telecom: Caméra Vidéosurveillance
- Ligne de puissance: Alim Groupe Froid & CTA
- Ligne Telecom: CFA - Transmissions données

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

La surface d'exposition Ad due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la

méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

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

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

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 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: 5,12E-05

RU(Alimentation TGBT A): 0,00E+00

RV(Alimentation TGBT A): 4,31E-07

RU(Alimentation TGBT C): 0,00E+00

RV(Alimentation TGBT C): 6,30E-07

RU(Vidéosurveillance): 0,00E+00

RV(Vidéosurveillance): 3,58E-06

RU(Alimentation BT): 0,00E+00

RV(Alimentation BT): 8,23E-07

RU(Lignes téléphoniques et report d'alarme): 0,00E+00

RV(Lignes téléphoniques et report d'alarme): 2,41E-05

Total: 8,07E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 8,07E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 8,07E-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 = 63,4196 %

RI = 36,5804 %

Total = 100 %

RS = 0 %

RF = 100 %
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 = 63,4196 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
- RV (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 29,8110 %
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 III ($P_b = 0,1$)
- Pour la ligne Ligne 1 - Alimentation BT A & B:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne 2 - Alimentation BT C:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne 3 - Caméra Vidéosurveillance:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne 4 - Alim Groupe Froid & CTA:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III
- Pour la ligne Ligne 5 - CFA - Transmissions données:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: III

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

$P_a = 0,00E+00$

$P_b = 0,1$

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

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

P_c (Vidéosurveillance) = $1,00E+00$

P_c (Alimentation BT) = $1,00E+00$

P_c (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

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

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

P_m (Vidéosurveillance) = $9,00E-03$

P_m (Alimentation BT) = $1,00E-04$

P_m (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = $9,00E-03$

$P_m = 1,82E-02$

P_u (Alimentation TGBT A) = $0,00E+00$

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

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

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

P_u (Alimentation TGBT C) = $0,00E+00$

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

Pw (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00
Pz (Alimentation TGBT C) = 2,00E-01
Pu (Vidéosurveillance) = 0,00E+00
Pv (Vidéosurveillance) = 3,00E-02
Pw (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pz (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pu (Alimentation BT) = 0,00E+00
Pv (Alimentation BT) = 3,00E-02
Pw (Alimentation BT) = 1,00E+00
Pz (Alimentation BT) = 4,00E-01
Pu (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 0,00E+00
Pv (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 3,00E-02
Pw (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00
Pz (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00
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: 5,12E-06
RU(Alimentation TGBT A): 0,00E+00
RV(Alimentation TGBT A): 1,29E-08
RU(Alimentation TGBT C): 0,00E+00
RV(Alimentation TGBT C): 1,89E-08
RU(Vidéosurveillance): 0,00E+00
RV(Vidéosurveillance): 1,07E-07
RU(Alimentation BT): 0,00E+00
RV(Alimentation BT): 2,47E-08
RU(Lignes téléphoniques et report d'alarme): 0,00E+00
RV(Lignes téléphoniques et report d'alarme): 7,22E-07
Total: 6,01E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 6,01E-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.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 178 B (m): 32 H (m): 11 Hmax (m): 13
Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)
Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,89$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT A & B
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 15$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 4,3 B (m): 2,5 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT C
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 50$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 4,3 B (m): 2,5 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Caméra Vidéosurveillance
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal aérienne
Longueur (m) $L_c = 100$
Hauteur par rapport au sol (m) $H_c = 8$
Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: Alim Groupe Froid & CTA
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie aérienne
Longueur (m) $L_c = 20$
Hauteur par rapport au sol (m) $H_c = 500$
Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 8 B (m): 3 H (m): 4
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: CFA - Transmissions données
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): urbain ($10 < h < 20$ m)

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: avertissements restriction physique

Réseaux interneAlimentation TGBT A
 Connecté à la ligne Alimentation BT A & B
 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 interneAlimentation TGBT C
 Connecté à la ligne Alimentation BT C
 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 interneVidéosurveillance
 Connecté à la ligne Caméra Vidéosurveillance
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 Tension de tenue: 1,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneAlimentation BT
 Connecté à la ligne Alim Groupe Froid & CTA
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 Tension de tenue: 2,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)

Réseaux interneLignes téléphoniques et report d'alarme
 Connecté à la ligne CFA - Transmissions données
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de $0,5 \text{ m}^2$ ($K_{s3} = 0,02$)
 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 R1) $L_t = 0,0001$
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$
 Perte dues à des dommages physiques (liées à R4) $L_f = 0,5$

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R4) = Lo0,01

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

Risque 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

APPENDICE - Évaluation de la charge spécifique incendie

Zone Z1 - Structure

Surface totale de la structure: 5600 m²

bureau de ventes

760 MJ/m² - zone: 400 m²

emballage de produits alimentaires

840 MJ/m² - zone: 650 m²

Stocks

590 MJ/m² - zone: 1600 m²

travaux d'impression, cylindre de traitement

340 MJ/m² - zone: 300 m²

travaux d'impression, motorisation

420 MJ/m² - zone: 2180 m²

usine de peintures

5100 MJ/m² - zone: 470 m²

Charge spécifique incendie (MJ/m²): 930,11

Risque d'incendie: élevé

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 2,30E-02$ km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 3,07E-01$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,02E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,63E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation BT A & B

A_I = 0,000000 km²

$A_i = 0,008385 \text{ km}^2$

Alimentation BT C
 $A_i = 0,000179 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,027951 \text{ km}^2$

Caméra Vidéosurveillance
 $A_i = 0,003216 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,100000 \text{ km}^2$

Alim Groupe Froid & CTA
 $A_i = 0,000000 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,020000 \text{ km}^2$

CFA - Transmissions données
 $A_i = 0,021623 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

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

Alimentation BT A & B
 $NI = 0,000000$
 $Ni = 0,000746$

Alimentation BT C
 $NI = 0,000040$
 $Ni = 0,002488$

Caméra Vidéosurveillance
 $NI = 0,000716$
 $Ni = 0,008900$

Alim Groupe Froid & CTA
 $NI = 0,000000$
 $Ni = 0,001780$

CFA - Transmissions données
 $NI = 0,004811$
 $Ni = 0,049753$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
 $Pa = 0,00E+00$
 $Pb = 1,0$
 $Pc (\text{Alimentation TGBT A}) = 1,00E+00$

Pc (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00
Pc (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pc (Alimentation BT) = 1,00E+00
Pc (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (Alimentation TGBT A) = 1,00E-04
Pm (Alimentation TGBT C) = 1,00E-04
Pm (Vidéosurveillance) = 9,00E-03
Pm (Alimentation BT) = 1,00E-04
Pm (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 9,00E-03
Pm = 1,82E-02
Pu (Alimentation TGBT A) = 0,00E+00
Pv (Alimentation TGBT A) = 1,00E+00
Pw (Alimentation TGBT A) = 1,00E+00
Pz (Alimentation TGBT A) = 2,00E-01
Pu (Alimentation TGBT C) = 0,00E+00
Pv (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00
Pw (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00
Pz (Alimentation TGBT C) = 2,00E-01
Pu (Vidéosurveillance) = 0,00E+00
Pv (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pw (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pz (Vidéosurveillance) = 1,00E+00
Pu (Alimentation BT) = 0,00E+00
Pv (Alimentation BT) = 1,00E+00
Pw (Alimentation BT) = 1,00E+00
Pz (Alimentation BT) = 4,00E-01
Pu (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 0,00E+00
Pv (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00
Pw (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00
Pz (Lignes téléphoniques et report d'alarme) = 1,00E+00

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom: N. ALNET
Raison sociale:RG Consultant
Numéro Qualifoudre:071179534036

Client:

Client: Lysipack - Stockage déchets dangereux
description de la structure : Lysipack
Adresse: ZI de Merpins - Avenue des Torulas
Ville: MERPINS
Région

INDEX

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

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 8,5 B (m): 5,5 H (m): 6

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine
- perte de valeurs économiques

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: Ligne pour calcul

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

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

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

Les surfaces d'exposition A_i et A_e 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: 6,99E-06

Total: 6,99E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 6,99E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 6,99E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 6,99E-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.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 8,5 B (m): 5,5 H (m): 6

Facteur d'emplacement: Isolé ($C_d = 1$)

Blindage de structure : Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,89$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Ligne pour calcul

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

Longueur (m) $L_c = 1$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)

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: avertissements restriction physique

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Structure

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

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

Perte dues à des dommages physiques (liées à R4) $L_f = 0,5$

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R4) = $L_o 0,01$

Risque et composantes du risque pour la zone: Structure

Risque 1: R_b R_u R_v

Risque 4: R_b R_c R_m R_v R_w R_z

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 1,57E-03$ km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,03E-01$ km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,40E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,79E-01$

Lignes électriques

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

Ligne pour calcul
 $A_l = 0,000000 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,000559 \text{ km}^2$

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

Ligne pour calcul
 $N_l = 0,000000$
 $N_i = 0,000050$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure
 $P_a = 0,00E+00$
 $P_b = 1,0$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m = 1,00E+00$

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom: N. ALNET
Raison sociale:RG Consultant
Numéro Qualifoudre:071179534036

Client:

Client: Lysipack - Poste Electrique
description de la structure : Lysipack
Adresse: ZI de Merpins - Avenue de Torulas
Ville: MERPINS
Région

INDEX

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

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

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

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 0,9 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 4,3 B (m): 2,5 H (m): 3

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine
- perte de valeurs économiques

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 HT
- Ligne de puissance: Alimentation BT Lysisun
- Ligne de puissance: Alimentation BT A & B
- Ligne de puissance: Alimentation BT C

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

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

La surface d'exposition 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_I 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: 4,32E-09

RU(Alimentation HT): 0,00E+00

RV(Alimentation HT): 4,93E-08

RU(Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques): 0,00E+00

RV(Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques): 3,60E-07

RU(Alimentation TGBT A): 0,00E+00

RV(Alimentation TGBT A): 5,11E-07

RU(Alimentation TGBT C): 0,00E+00

RV(Alimentation TGBT C): 5,13E-07

Total: 1,43E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,43E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,43E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 1,43E-06$ 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.

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 4,3 B (m): 2,5 H (m): 3
 Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts ($C_d = 0,25$)
 Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,89$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation HT
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
 Longueur (m) $L_c = 1000$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT Lysisun
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 250$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 70 B (m): 60 H (m): 3
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Isolé

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT A & B
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 15$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 178 B (m): 32 H (m): 11
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alimentation BT C
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 50$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): urbain ($10 < h < 20 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 178 B (m): 32 H (m): 11
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: avertissements restriction physique

Réseaux interneAlimentation HT

Connecté à la ligne Alimentation HT

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 interneAlimentation depuis panneaux Photovoltaïques

Connecté à la ligne Alimentation BT Lysisun

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 interneAlimentation TGBT A

Connecté à la ligne Alimentation BT A & B

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 interneAlimentation TGBT C

Connecté à la ligne Alimentation BT C

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 ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

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

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

Perte dues à des dommages physiques (liées à R4) $L_f = 0,5$

Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R4) = $L_o = 0,01$

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Rb Ru Rv

Risque 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,88E-04 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,00E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 8,63E-05$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,78E-01$

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 HT
 $A_l = 0,022159 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Alimentation BT Lysisun
 $A_l = 0,005188 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,139754 \text{ km}^2$

Alimentation BT A & B
 $A_l = 0,000000 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,008385 \text{ km}^2$

Alimentation BT C
 $A_l = 0,000179 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,027951 \text{ km}^2$

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 HT
 $N_l = 0,000986$
 $N_i = 0,009951$

Alimentation BT Lysisun
 $N_l = 0,001154$
 $N_i = 0,012438$

Alimentation BT A & B
 $N_l = 0,000000$
 $N_i = 0,000746$

Alimentation BT C
 $N_l = 0,000040$
 $N_i = 0,002488$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Structure

Pa = 0,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation HT) = 1,00E+00

Pc (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 1,00E+00

Pc (Alimentation TGBT A) = 1,00E+00

Pc (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation HT) = 1,00E-04

Pm (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 1,00E-04

Pm (Alimentation TGBT A) = 1,00E-04

Pm (Alimentation TGBT C) = 1,00E-04

Pm = 4,00E-04

Pu (Alimentation HT) = 0,00E+00

Pv (Alimentation HT) = 1,00E+00

Pw (Alimentation HT) = 1,00E+00

Pz (Alimentation HT) = 1,00E-01

Pu (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 0,00E+00

Pv (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 1,00E+00

Pw (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 1,00E+00

Pz (Alimentation depuis panneaux Photovoltaïques) = 2,00E-01

Pu (Alimentation TGBT A) = 0,00E+00

Pv (Alimentation TGBT A) = 1,00E+00

Pw (Alimentation TGBT A) = 1,00E+00

Pz (Alimentation TGBT A) = 2,00E-01

Pu (Alimentation TGBT C) = 0,00E+00

Pv (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00

Pw (Alimentation TGBT C) = 1,00E+00

Pz (Alimentation TGBT C) = 2,00E-01

ANNEXE 2

Lexique

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

Effet réducteur

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

Electrode de terre

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

Equipements métalliques

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

Etincelle dangereuse (étincelage)

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

Foudre

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

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

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

Liaison équipotentielle

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

Mode commun (MC)

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

Mode différentiel (MD)

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

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<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, équipotentiel et maillé.
Résistance de terre	Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω),

elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

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

Surtension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

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

Tension différentielle

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

Tension résiduelle d'un parafoudre

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

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

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