



ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

Projet : **USINE DE FABRICATION
DE LAINE DE ROCHE**

Ville : **COURMELLES**

Pays : **FRANCE**

18/02/2020

Activité Foudre & CEM

AS77-V1-ARF-ROCKWOOL/Usine de fabrication de
laine de roche/Courmelles/France– Février 2020



Résumé de l'analyse du risque foudre

Attention : tout le contenu de l'étude doit être pris en compte avant de lancer l'Etude Technique.

Projet : Usine de fabrication de laine de roche

Commanditaire : ROCKWOOL

Activité Foudre & CEM

N : AS77-V1-ARF-ROCKWOOL/Usine de fabrication de laine de roche/
Courmelles/France– Février 2020

Cette Analyse du Risque Foudre (ARF) définit le niveau de protection nécessaire pour réduire le risque en dessous du niveau tolérable pour les structures objets de l'étude. Elle définit aussi des moyens de protection de façon déterministe en complément des résultats de l'analyse statistique.

Les risques suivants ont été évalués :
R1 (risque humain et environnemental).

5 zones d'étude ont été étudiées.

Bâtiments 240/300/400/500

Les structures de cette zone sont considérées comme auto-protégées vis-à-vis du risque R1. Les services nécessitent quant à eux les protections suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur :
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 310
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 135
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 250
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 400 et le bâtiment 210
 - Le chemin de câbles BT alimentant les bâtiments 510/512
 - Le chemin de câbles BT alimentant le réseau d'éclairage extérieur
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 310
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 250
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 210
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant les bâtiments 510/512

Bâtiments 210/220

Structures et services de cette zone sont considérés comme auto-protégés vis-à-vis du risque R1.

Bâtiment 250

Structure et services de cette zone sont considérés comme auto-protégés vis-à-vis du risque R1.

Bâtiments 305/310

Les structures de cette zone sont considérées comme auto-protégées vis-à-vis du risque R1. Les services nécessitent quant à eux les protections suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500



Bâtiments 510/512

Les structures de cette zone sont considérées comme auto-protégées vis-à-vis du risque R1. Les services nécessitent quant à eux les protections suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur le chemin de câbles BT provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500
- Installation de parafoudres de niveau II sur le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500

En plus des moyens de protection à mettre en œuvre pour réduire le risque définis par la méthode statistique, il convient d'effectuer les actions suivantes :

- Les liaisons en fibre optique, dans le cas où elles possèderaient un blindage métallique, devront être reliées à la terre, conformément aux normes en vigueur ;
- Les événements équipant les réservoirs et stockage de fuel et de GPL devront être protégés contre un éventuel impact direct de foudre ;
- Il faudra s'assurer de la bonne équipotentialité des différents éléments métalliques ou électriques situés à proximité des hydrocarbures stockés sur le site ;
- Les détecteurs CO et H2 présents dans le four électrique devront être protégés contre les effets de la foudre ;
- Le système « Safe Curing Oven » du four de polymérisation devra être protégé contre les effets de la foudre ;
- Afin d'assurer une protection de tous les instants des personnes contre un risque incendie, nous préconisons de protéger la centrale incendie du site.

L'ARF doit donner lieu à une Etude Technique (ET) qui définit les moyens de protection propre à réduire le risque en dessous des niveaux tolérables. L'ET doit être suivie d'une installation par un professionnel Qualifoudre et une Vérification Initiale par un professionnel Qualifoudre doit être réalisée.

Aucune partie de ce document ne peut être photocopiée, reproduite, stockée en accès libre ou transmise sous toute forme ou moyen que ce soit (électronique, manuelle ou autre) sans l'accord de SEFTIM et du Commanditaire. Tout ou partie de son contenu ne peut en aucun cas être modifié ou copié pour être utilisé hors du cadre de SEFTIM sans son avis exprès.

ANALYSE DU RISQUE Foudre

USINE DE FABRICATION DE LAINE DE ROCHE COURMELLES FRANCE

COMMANDITAIRE : ROCKWOOL



Ce document comporte **94 pages**

AS77-V1-ARF-ROCKWOOL/Usine de fabrication de laine de roche/Courmelles/France – Février 2020

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Yann LEDRUX	Anthony BERGOT	Stéphane GILLET
Qualité	Ingénieur d'étude Qualifoudre	Responsable du pôle Foudre Réfèrent Qualifoudre	Service Qualité
Visa	Acquis le 18/02/2020	Acquis le 18/02/2020	Acquis le 18/02/2020

Ce document est diffusé au format PDF. L'original signé du document est conservé dans le dossier d'affaire SEFTIM

SEFTIM est
certifié
par INERIS



et certifié ISO 9001
par Bureau Veritas Certification



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION.....	7
2	REFERENTIELS REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS	8
3	METHODOLOGIE RETENUE	9
4	LISTE DES EQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE.....	10
5	DESCRIPTION DU SITE	11
5.1	LOCALISATION	11
5.2	DENSITE DE FOUDROIEMENT	12
5.3	RISQUES RECENSES	12
5.4	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS	13
5.4.1	Bâtiments 300 (Bâtiment fusion / fibrage), 240 (Bâtiment de conditionnement des déchets), 400 (Bâtiment du four de polymérisation) et 500 (Bâtiment des zones découpe, emballage, palettisation)	13
5.4.2	Bâtiment 210 (Zone de stockage intermédiaire des roches)	15
5.4.3	Bâtiment 250 (Zone de stockage de la résine et des additifs)	16
5.4.4	Bâtiments 305/310 (Zone de traitement des effluents de fusion)	17
5.4.5	Bâtiments 510/512 (Bâtiments administratifs et locaux sociaux)	18
5.5	RESISTIVITE DU SOL.....	19
5.6	SERVICES.....	19
5.6.1	Lignes d'alimentations Haute Tension	19
5.6.2	Lignes d'alimentations Basse Tension	19
5.6.3	Signal/Données/Télécom	20
5.6.4	Canalisations métalliques	21
5.6.5	Cheminement des réseaux	21
5.7	DUREE DE PRESENCE ET CALCUL DES PERTES.....	22
6	ANALYSE DU SITE.....	24
6.1	IDENTIFICATION DES SOURCES DE DOMMAGES ET DES TYPES DE PERTES	24
6.1.1	Gestion des incendies.	24
6.1.2	Dangers liés aux produits	24
6.1.3	Dangers liés aux procédés	25
6.1.3.1	Zones d'effets	25
6.1.3.2	Risque d'explosion	26
6.1.3.3	Synthèse liée aux procédés	27
7	ÉVALUATION DU BESOIN DE PROTECTION : RISQUE R1 (HUMAIN)	28
7.1	BATIMENTS 240/300/400/500.....	28
7.2	BATIMENTS 210/220.....	30
7.3	BATIMENT 250.....	31
7.4	BATIMENTS 305/310.....	32
7.5	BATIMENTS 510/512.....	34



8	CONCLUSIONS DE L'ARF	36
8.1	ANALYSE STATISTIQUE SELON LA NORME NF EN 62305-2	36
8.2	ANALYSE DETERMINISTE	37
ANNEXES.....		38
ANNEXE 1: DOCUMENTS UTILISES		39
ANNEXE 2 : PHILOSOPHIE D'UNE PROTECTION Foudre IDEALE		40
ANNEXE 3 : QUELQUES RAPPELS DE LA METHODE D'ANALYSE DU RISQUE SELON LA NORME NF EN 62305-2.		41
ANNEXE 4 : COMMENT LIRE UN LISTING DE CALCULS REALISES A L'AIDE DU LOGICIEL JUPITER ?		49
ANNEXE 5 : CALCUL DU RISQUE SELON LA NORME EN 62305-2.		54
ANNEXE 6 : GLOSSAIRE		92



1 INTRODUCTION

L'étude ci-après porte sur la création d'une usine de fabrication de laine de roche sur la commune de Courmelles, dans l'Aisne, pour le compte de ROCKWOOL France SAS.

Elle est réalisée dans le cadre de la réalisation du dossier ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

La présente étude consiste à réaliser une ARF appliquant les normes de la série NF EN 62305, qui servira de base à la protection contre la foudre du site.

Pour protéger de manière efficace une installation contre la foudre, la démarche comprend différentes étapes complémentaires :

- Une analyse du risque foudre (ARF), qui définit les besoins,
- Une étude technique (ET), qui définit les moyens,
- Une installation et une vérification initiale qui assurent la qualité de la protection,
- Un contrôle périodique qui garantit la disponibilité de la protection.

Le rapport présente les résultats de l'Analyse du Risque Foudre (ARF) réalisée à partir de la méthode proposée dans la norme NF EN 62305-2.

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par le Commanditaire de cette étude. Quand toutes les données n'étaient pas disponibles, nous avons été amenés à faire certaines hypothèses. Il appartient au Commanditaire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le rapport sont correctes et exhaustives.



2 RÉFÉRENTIELS RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

- Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- Norme NF EN 62305-1 Ed.1 : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux ;
- Norme NF EN 62305-2 Ed.1 : Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation des risques ;
- Norme NF EN 62305-3 Ed.1 : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains ;
- Norme NF EN 62305-4 Ed.1 : Protection contre la foudre - Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures ;
- Série des normes NF EN 62561 avec en particulier mais sans que la liste soit exhaustive :
 - Norme NF EN 62561-1 : Composants de protection contre la foudre - Partie 1 : Prescriptions pour les composants de connexion ;
 - Norme NF EN 62561-2 : Composants de protection contre la foudre - Partie 2 : Caractéristique des conducteurs et des électrodes de terre ;
 - Norme NF EN 62561-3 : Composants de protection contre la foudre - Partie 3 : Prescriptions pour les éclateurs d'isolement ;
 - Norme NF EN 62561-4 : Composants de protection contre la foudre - Partie 4 : Prescription pour les fixations de conducteurs ;
 - Norme NF EN 62561-5 : Composants de protection contre la foudre - Partie 5 : Prescriptions pour les regards de visite et les joints d'étanchéité des électrodes de terre ;
 - Norme NF EN 62561-6 : Composants de protection contre la foudre - Partie 6 : Compteur de coup de foudre ;
 - Norme NF EN 62561-7 : Composants de protection contre la foudre - Partie 7 : Prescriptions pour les enrichisseurs de terre.
- Norme NF EN 61643-11 : Parafoudres basse tension - Partie 11 : Parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension - Prescriptions et essais ;
- Norme NF EN 61643-21 : Parafoudres basse tension - Partie 21 : Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications - Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais ;
- Norme NFC 15-100 : Installations électriques à basse tension. Attention en cas de conflit technique c'est la norme NF EN 62305-4 ou le guide Européen CLC TS 61643-12 qui s'applique ;
- Note Qualifoudre sur les déconnecteurs de parafoudres de Type 1 ;
- Guide UTE-C-15-443 : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres. Attention en cas de conflit technique c'est la norme NF EN 62305-4 ou le guide Européen CLC TS 61643-12 qui s'applique ;
- CLC TS 61643-12 et 22 : Guide d'application des normes de la série EN 61643 ;
- Norme IEC 62793 : détection des orages.
- Foire aux Questions (FAQ) Qualifoudre – Version 1.0 de septembre 2019

Les moyens de protection utilisés sur le site devront être conformes et mis en œuvre conformément à ces normes et guides.

3 METHODOLOGIE RETENUE

La méthode retenue pour l'ARF est celle de la norme NF EN 62305-2.

Ce document publié pour l'Edition 1 en Janvier 2005 (mais basé sur une norme plus ancienne CEI 61662) et pour l'Edition 2 en 2012, permet une approche complète des risques et ceci de façon globale.

Auparavant il était usuel d'utiliser des normes sectorielles comme la NFC 17-102 pour déterminer le risque vis-à-vis des impacts directs (coup de foudre direct sur la structure) ou le guide UTE C 15-443 pour le risque lié aux surtensions. Quels étaient les inconvénients de cette démarche ?

- Les autres aspects des coups de foudre (effets indirects – blindage, routage des câbles ...) n'étaient pas pris en compte.
- L'approche n'étant pas globale, il n'y avait pas de coordination des moyens mis en œuvre. La diminution du risque direct et de surtension ne voulait pas dire diminution suffisante du risque global.
- Les autres moyens de protection usuels (tels que la détection incendie) étaient complètement ignorés, alors que le risque feu est très important en cas de choc de foudre. Ce moyen efficace étant déjà utilisé dans les sites industriels, il était dommage de ne pas le valoriser.

L'approche comprend trois phases principales :

- Prise en compte des paramètres du site et des structures. Les données sont principalement collectées (sauf structure en projet pour laquelle les données sont obtenues sur la base de plans et de documents) lors d'une visite de site. Lors de celle-ci, les structures seront examinées de façon locale ce qui conduira à une phase d'étude déterministe. Quand nécessaire, les points forts et faibles du site vis-à-vis de la foudre seront identifiés. Lors de cette phase, les moyens de protections existants sont pris en compte, basés sur leur conformité aux normes. Ceci comprend également les composants de protection naturels. La démarche consiste à noter les moyens de protection foudre existant et valider lors de l'ET si ceux-ci sont aptes à rendre la fonction attendue.
- Prise en compte de la foudre par rapport aux documents existants traitant notamment des risques environnementaux (étude de dangers par exemple, ...) dans l'objectif de répondre à la question « la foudre induit-elle un risque supplémentaire ou aggrave-t-elle un risque existant ? ». Ceci permettra de définir le périmètre de l'étude.
- L'analyse statistique avec les moyens de la norme 62305-2 et avec l'aide du Logiciel JUPITER. Cette analyse examine le risque de façon macroscopique pour chaque structure étudiée et permet de dire si la protection est nécessaire du point de vue humain et environnemental (Risque R1), du point de vue opérationnel (continuité de service, risque R2) ou encore vis-à-vis du patrimoine (monuments historiques, risque R3). Le bienfondé économique des moyens de protection peut également être évalué (Risque R4) mais ceci ne s'applique généralement pas pour des moyens de protection à implanter de façon réglementaire.

Dans cette étude, le risque calculé est le risque R1.



4 LISTE DES EQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE

Un équipement important pour la sécurité des installations est un équipement physique dont l'absence ou la non maîtrise peut conduire à un accident majeur (ex. centrale incendie).

Un équipement important pour la fonctionnalité du site est un élément dont la perte est onéreuse ou dont la perte perturbe le fonctionnement normal du site sans que des mesures auxiliaires simples puissent être mise en œuvre (ex. onduleur, alimentation de secours, automate de production, systèmes d'information).

Parmi l'ensemble des équipements importants, certains d'entre eux doivent être protégés particulièrement vis-à-vis de la foudre. Ces fonctions doivent être protégées de façon déterministe indépendamment de l'analyse du risque qui est statistique.

Une fois la liste constituée par l'utilisateur, il conviendra de protéger ces équipements. Dans le cas où ces équipements importants sont à sécurité positive, il ne sera pas forcément nécessaire de les protéger.

En accord avec le commanditaire, afin d'assurer une protection de tous les instants des personnes contre un risque incendie, nous préconisons de protéger :

- La centrale de détection incendie,
- L'alimentation des détecteurs CO et H2 présents dans le four électrique,
- L'alimentation des éléments du système « Safe Curring Oven » du four de polymérisation.

5 DESCRIPTION DU SITE

5.1 LOCALISATION

La parcelle du projet se situe sur les communes de Courmelles et Ploisy dans le département de l'Aisne (02). Elle se situe à 6 km au Sud de Soissons, 100 km au Nord-Est de Paris et 60 km au Nord-Ouest de Reims.

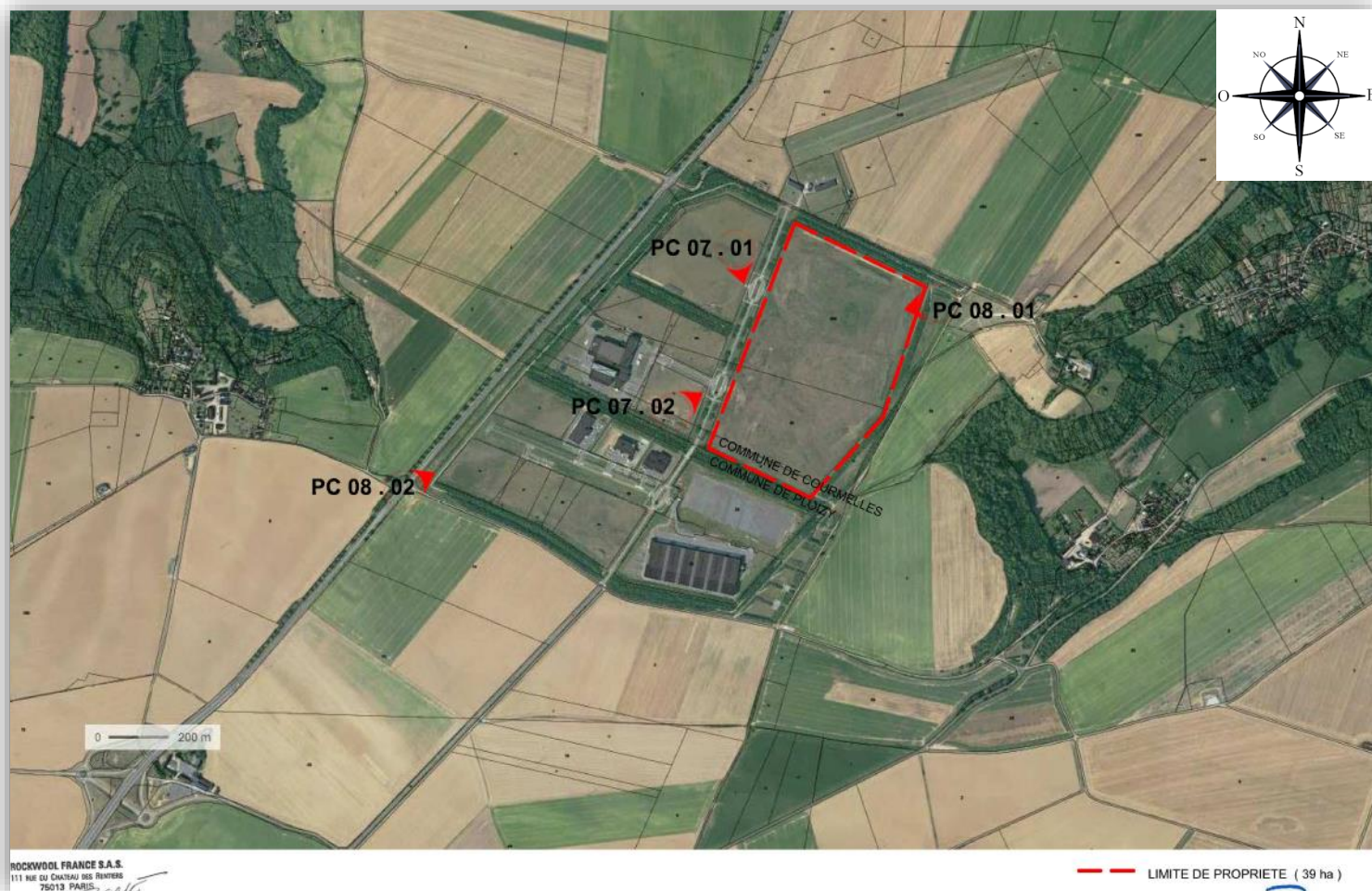


Figure 1 : Vue aérienne de l'emprise du futur site ROCKWOOL

5.2 DENSITE DE FOUOROIEMENT

METEORAGE annonce une densité de foudroiemnt de 0,8 impacts par km² par an sur la commune de Courmelles. 90% des coups de foudre frappant la ville se produisent en été.

Cette valeur de 0,8 sera utilisée dans la présente étude.



Figure 2 : facsimilé Météorage

5.3 RISQUES RECENSES

Compte tenu des activités qui y sont exercées, le site de ROCKWOOL peut être concerné par des risques d'incendie et d'explosion.

Les types de phénomènes dangereux liés à la foudre et recensés sur le site sont ainsi :

- La perte de vie humaine,
- L'incendie (capacités de stockage et mise en œuvre de fioul moteur, de Renoclean, d'anticorrosion ou encore de GPL),
- Explosion (présence de gaz naturel et liquéfié)
- Destruction d'équipements électriques ou électroniques.

5.4 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

Pour les besoins de l'analyse du risque foudre, le site a été divisé en plusieurs zones d'études en fonction de l'implantation des bâtiments. Ces zones ont aussi été sélectionnées en fonction des activités fixes exercées dans l'enceinte du site.

Le plan ci-dessous présente les zones retenues pour l'analyse du risque foudre statistique.



- 1 : Regroupement des bâtiments 300 (Bâtiment fusion / fibrage), 240 (Bâtiment de conditionnement des déchets), 400 (Bâtiment du four de polymérisation) et 500 (Bâtiment des zones découpe, emballage, palettisation)
- 2 : Bâtiment 210/220 (stockage intermédiaire des roches)
- 3 : Bâtiment 250 (Zone de stockage de la résine et des additifs)
- 4 : Bâtiments 305/310 (Zone de traitement des effluents de fusion)
- 5 : Bâtiments 510/512 (Bâtiments administratifs et locaux sociaux)

Figure 3 : Zones d'étude retenues pour l'analyse statistique

Les autres installations du site seront si nécessaire traitées de façon déterministe. De même, les zones potentiellement ATEX pouvant être présentes dans certains endroits du site seront traitées de façon déterministe.

5.4.1 Bâtiments 300 (Bâtiment fusion / fibrage), 240 (Bâtiment de conditionnement des déchets), 400 (Bâtiment du four de polymérisation) et 500 (Bâtiment des zones découpe, emballage, palettisation)

Ce regroupement de bâtiments comprend

- Le bâtiment 300 (bâtiment « four »), lieu de fusion de la roche. Les matières premières sont fondues dans un four électrique à électrodes en graphite au travers desquelles circule le courant. Le four, en acier, est protégé sur sa face interne par du réfractaire et dispose d'une double enveloppe externe refroidie à l'eau.

La fusion des roches, réalisée à 1 500°C, produit une lave. Cette lave est transformée en laine par les spinners.

En complément du process, ce bâtiment abrite la salle de contrôle.

Cet ouvrage contient également plusieurs transformateurs (121, 122, 123 et 126) du site dont celui dédié à l'alimentation du four électrique (127)

- Le bâtiment 400 abritant le four de polymérisation. En pulvérisant un liant à vitesse variable sur la fibre de roche, la laine de roche se forme, se durcit puis se refroidit au contact de l'air. Ce bâtiment est notamment composé d'une halle métallique, d'une fosse béton pour l'intégration du process ROCKWOOL et de 2 ponts roulants de 20kN. Une ouverture en toiture doit permettre la mise en place du process.



Le point de référence du process est situé dans ce bâtiment, à l'intersection du convoyeur provenant des spinners et du convoyeur allant vers le four de polymérisation.

- Le bâtiment 500, dont le process consiste à travailler le produit fini en ajustant les dimensions souhaitées en longueur et largeur. Les « chutes » issues des découpes sont réduites en copeaux afin d'être réintégré dans la chaîne de fabrication initiale. Les produits finis sont empilés, conditionnés, étiquetés, mis sur palettes et entreposés en attente de l'expédition par camion.

Ce bâtiment est notamment composé d'un poste de charge d'engins de manutention électrique, d'une zone de stockage des palettes bois sprinklée (551), et de blocs bureaux en maçonnerie. La zone de maintenance 520 est aussi contenue dans le bâtiment 500. Elle est composée d'une zone de stockage de petites pièces, d'une zone maintenance « mécanique » et d'une zone de maintenance électrique. Un pont roulant d'une capacité de 2 tonnes couvre la zone « mécanique ». Un local maçonné contient les compresseurs d'air. Au-dessus de ce local se trouve des bureaux et une salle de réunion.

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales et le type de structure de l'ensemble étudié. A noter que les bâtiments 240 et 300 n'étant pas encore définis, leur composition n'est pas encore connue.

Longueur (m) x largeur (m)	Longueur max (entre la façade Nord du bâtiment 400 et la façade Sud du bâtiment 500) : 300m Largeur max (entre la façade Ouest du bâtiment 400 et la façade Est du bâtiment 240) : 63,5m
Hauteur (m) avec équipements sur le toit	Bâtiment 240 : Entre 16 et 17m (garde-corps compris) Bâtiment 300 : 31,60m Bâtiment 400 : Entre 15 et 16m (garde-corps compris) Bâtiment 500 : Entre 15 et 16m (garde-corps compris) Points hauts : Cheminées L4.3 et L4.4 : 30m Cheminée L4.2 : 45,25m Cheminée L4.5 : 21m
Type d'ossature	Bâtiment 400 : La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en PRS mono-pente 3.1% de 24m de portée espacée tous les 12m et d'un pan de fer sur le pignon donnant sur l'extérieur. Bâtiment 500 : La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en PRS bi-pente 3.1% de 60m espacés tous les 12m et d'un pan de fer sur le pignon donnant sur l'extérieur.
Type de couverture	Bâtiments 400 et 500 : En toiture, une couverture multicouche de type bac acier HACIERCO 40SR + isolant laine de roche ROCKWOOL 200mm + membrane bitumineuse est prévue. En façades, un bardage double peau plateau de type HACIERBA 1.500.90 SR+ isolant laine de roche 160mm + peau extérieure TRAPEZA HACIERBA 5.180.44B en pose verticale est prévu.

Le logiciel JUPITER utilisé pour l'ARF permet de dessiner la structure étudiée. La surface équivalente d'exposition associée donnée par JUPITER 2.0 est illustrée sur la figure suivante. La valeur d'Ad (surface de capture équivalente) vaut $8,89.10^{-2} \text{ km}^2$.

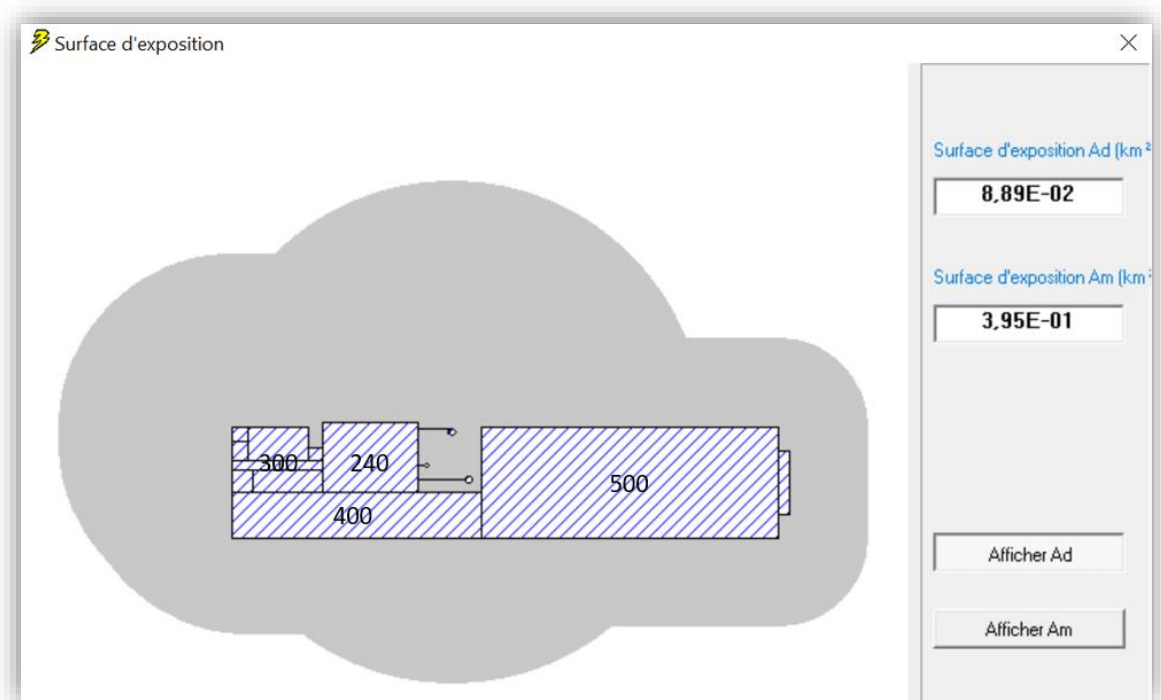


Figure 4 : Bâtiments 240/300/400/500 (avec cheminées) – surface équivalente d'exposition

5.4.2 Bâtiment 210 (Zone de stockage intermédiaire des roches)

Il s'agit du point de départ de process, les roches sont déversées par camion-benne dans des fosses béton de 5m de profondeur. La matière brute est extraite des fosses par un pont roulant équipé d'un grappin (capacité : environ 8t) pour être restockée dans une trémie. Chaque trémie est dotée d'un peseur malaxeur et d'un filtre à poussière permettant de traiter les poussières minérales au droit des silos.

Pour préparer les injections dans le four, les matières premières sont extraites des silos par des extracteurs vibrants puis acheminées mécaniquement par un convoyeur jusqu'au four.

Le process inclut un système de traitement des poussières de l'ensemble du bâtiment. L'échappement de ce système est situé à l'arrière du bâtiment.

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales de la structure étudiée.

Longueur (m) x largeur (m)	Longueur max : 72,74m Largeur max : 31,39m
Hauteur (m) avec équipements sur le toit	Entre 17 et 18m (garde-corps compris) Point haut : Cheminée L4.6 : 35m
Type d'ossature	La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en PRS bi-pente 3.1% de 24m de portée + un appentis en IPE de 6m de portée dans son prolongement, espacés tous les 6m.
Type de couverture	En toiture, une couverture multicouche de type bac acier HACIERCO 40SR + isolant laine de roche ROCKWOOL 200mm + membrane bitumineuse est prévue. En façades, un bardage double peau plateau de type HACIERBA 1.500.90 SR+ isolant laine de roche 160mm + peau extérieure TRAPEZA HACIERBA 5.180.44B en pose verticale est prévu.

Le logiciel JUPITER utilisé pour l'ARF permet de dessiner la structure étudiée. La surface équivalente d'exposition associée donnée par JUPITER 2.0 est illustrée sur la figure suivante. La valeur d'Ad (surface de capture équivalente) vaut $3,14.10^{-2} \text{ km}^2$.

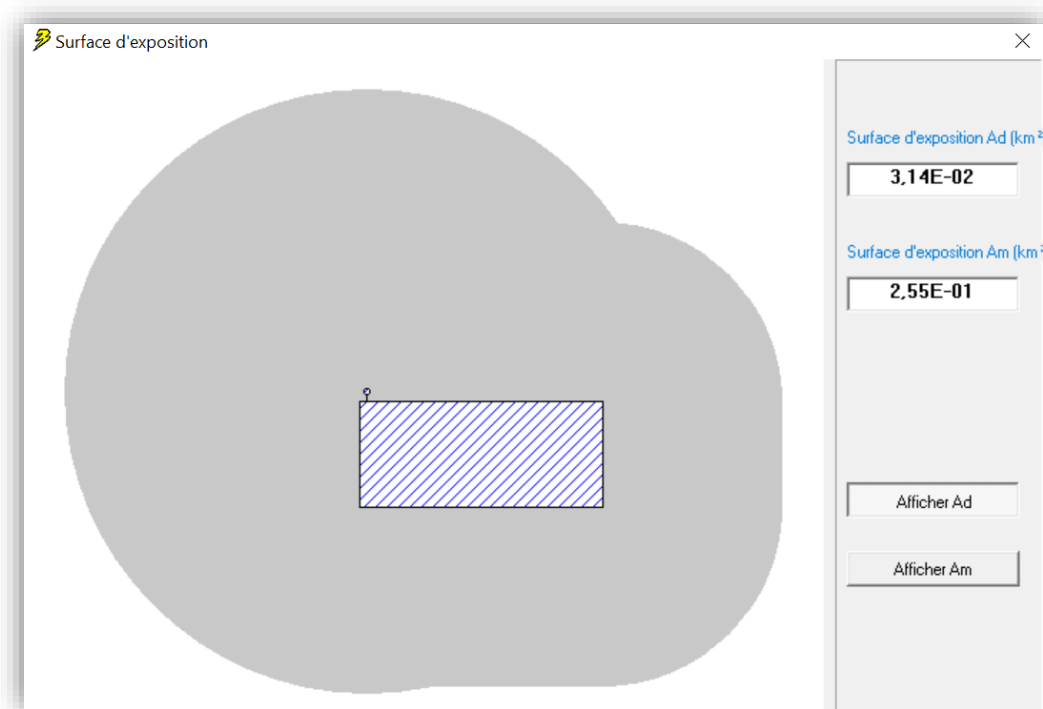


Figure 5 : Bâtiment 210 (avec cheminée) – surface équivalente d'exposition

5.4.3 Bâtiment 250 (Zone de stockage de la résine et des additifs)

Il s'agit du bâtiment de stockage des additifs (252) et de la résine (253). Cet ouvrage contient également un convoyeur permettant de transporter les matériaux vers le bâtiment 300.

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales de la structure étudiée.

Longueur (m) x largeur (m)	Longueur max : 26,75m Largeur max : 16,79m
Hauteur (m) avec équipements sur le toit	Entre 13 et 14m (garde-corps compris)
Type d'ossature	La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en IPE bi-pente 3.1% espacés tous les 5m
Type de couverture	En toiture, une couverture multicouche de type bac acier HACIERCO 40SR + isolant laine de roche ROCKWOOL 200mm + membrane bitumineuse est prévue. Un bandeau en partie supérieure en un bardage simple peau de type TRAPEZA en pose verticale est prévu.

Le logiciel JUPITER utilisé pour l'ARF permet de dessiner la structure étudiée. La surface équivalente d'exposition associée donnée par JUPITER 2.0 est illustrée sur la figure suivante. La valeur d'Ad (surface de capture équivalente) vaut $9,64.10^{-3} \text{ km}^2$.

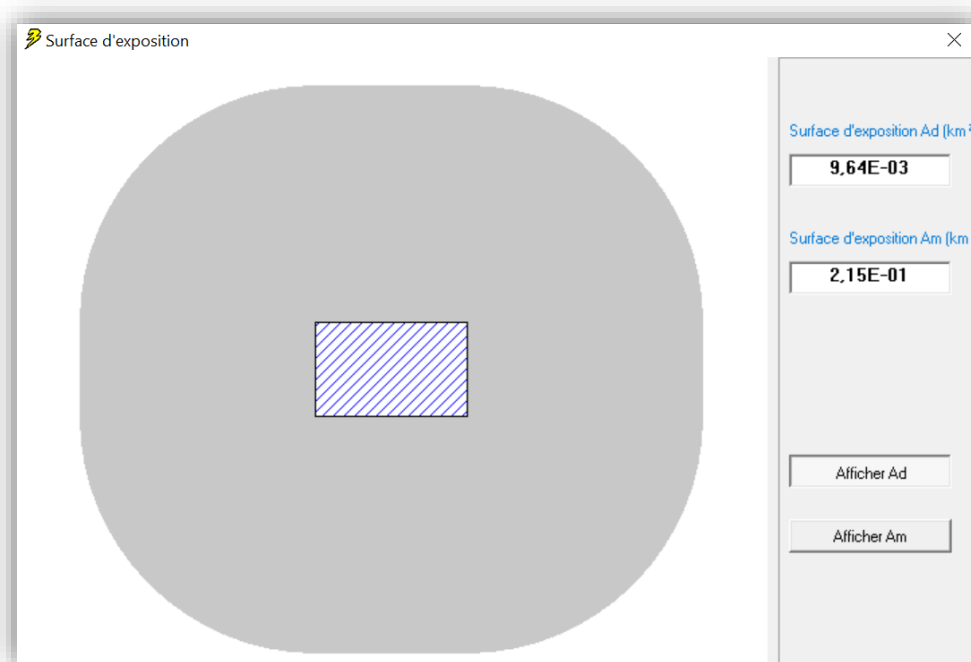


Figure 6 : Bâtiment 250 – surface équivalente d'exposition

5.4.4 Bâtiments 305/310 (Zone de traitement des effluents de fusion)

Les gaz de combustion issus de l'étape de fusion des roches dans le bâtiment 300 sont constitués d'HCl, de CO, de NOx, de métaux lourds en faible quantité, de poussières et de phénol. Ces gaz sont captés et dirigés vers un système de postcombustion pour y consumer le CO. Ils en ressortent à plus de 850°C et sont ensuite traités par un échangeur / refroidisseur (plaques air-eau) qui en abaisse la température à 200°C, puis filtrés, afin de capter les poussières. Le rejet des gaz traités se fait par la cheminée L4.1 « cheminée du four/fondoir », située à proximité du bâtiment 305/310.

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales de la structure étudiée.

Longueur (m) x largeur (m)	Longueur max : 30,89m Largeur max : 21,4m
Hauteur (m) avec équipements sur le toit	Entre 28 et 30m (garde-corps compris) Point haut : Cheminée L4.1 : 35m
Type d'ossature	La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en treillis bi-pente 3.1% de 21m de portée, espacés tous les 5m.
Type de couverture	En toiture, une couverture multicouche de type bac acier HACIERCO 40SR + isolant laine de roche ROCKWOOL 200mm + membrane bitumineuse est prévue. En façades, un bardage double peau plateau de type HACIERBA 1.500.90 SR+ isolant laine de roche 160mm + peau extérieure TRAPEZA HACIERBA 5.180.44B en pose verticale est prévu.

Le logiciel JUPITER utilisé pour l'ARF permet de dessiner la structure étudiée. La surface équivalente d'exposition associée donnée par JUPITER 2.0 est illustrée sur la figure suivante. La valeur d'Ad (surface de capture équivalente) vaut $3,85 \cdot 10^{-2} \text{ km}^2$.

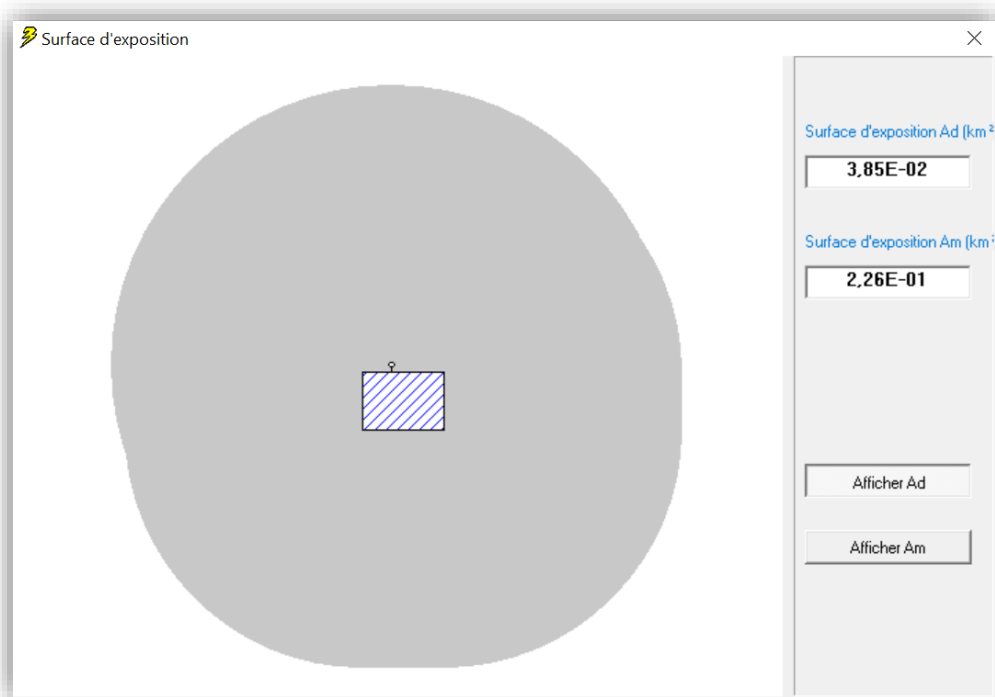


Figure 7 : Bâtiments 305/310 (avec cheminée) – surface équivalente d'exposition

5.4.5 Bâtiments 510/512 (Bâtiments administratifs et locaux sociaux)

Ces bâtiments abritent des locaux administratifs (bureaux, salles de réunion, ...) ainsi que des locaux sociaux (infirmerie, cafétéria, vestiaires, ...)

Le tableau suivant résume les caractéristiques principales de la structure étudiée.

Longueur (m) x largeur (m)	Longueur max : 87,32m Largeur max : 27m
Hauteur (m) avec équipements sur le toit	Entre 6 et 7m (garde-corps compris)
Type d'ossature	La superstructure de l'ouvrage est en charpente métallique. Il est constitué de portiques en IPE bi-pente 3.1% de 20m de portée, espacés tous les 5m.
Type de couverture	En toiture, une couverture multicouche de type bac acier HACIERCO 40SR + isolant laine de roche ROCKWOOL 200mm + membrane bitumineuse est prévue. En façades, un bardage double peau ROCKPANEL est prévu.

Le logiciel JUPITER utilisé pour l'ARF permet de dessiner la structure étudiée. La surface équivalente d'exposition associée donnée par JUPITER 2.0 est illustrée sur la figure suivante. La valeur d'Ad (surface de capture équivalente) vaut $7,77.10^{-3} \text{ km}^2$.

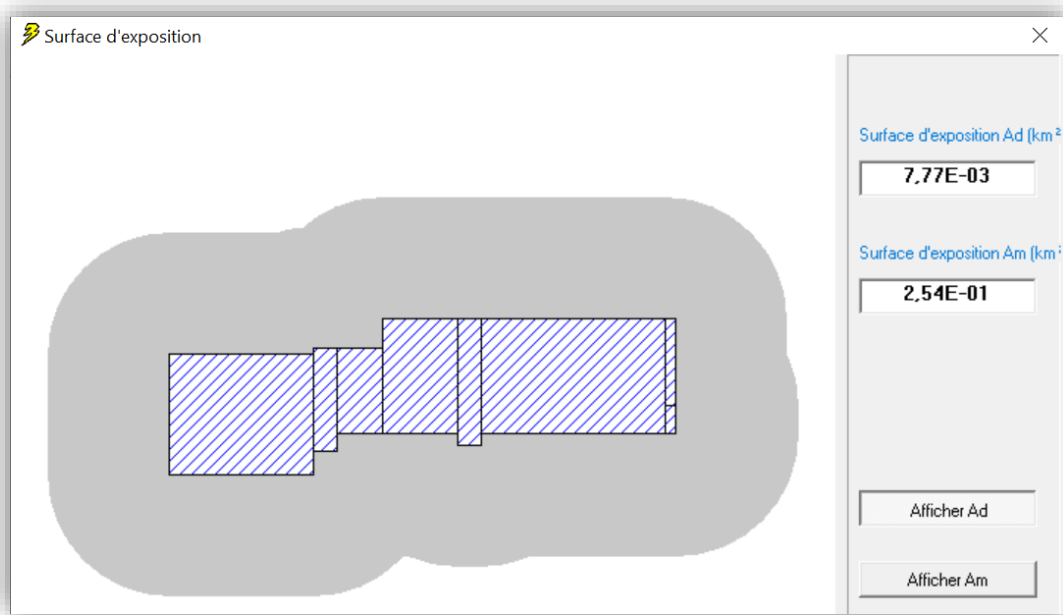


Figure 8 : Bâtiments 510/512– surface équivalente d'exposition

5.5 RESISTIVITE DU SOL

Suite aux mesures de résistivité du sol effectuées au niveau du point d'implantation du site (les résultats et leur interprétation sont données dans le rapport de mesures référencé AS77-V1-ARF-ROCKWOOL/Usine de fabrication de laine de roche/Courmelles/France– Février 2020), nous considérerons une valeur de résistivité de 101 $\Omega.m$ dans la présente ARF.

5.6 SERVICES

5.6.1 Lignes d'alimentations Haute Tension

L'alimentation du site est réalisée en HTA (20kV) par une alimentation provenant du réseau public de distribution (RPD). Depuis le poste de livraison, 7 postes sous stations, tous localisés dans l'ensemble bâtiments 240/300/400/500, seront distribués.

La longueur maximale de câbles HT identifiée sur le site correspond à la longueur entre le poste électrique et le transformateur 126. LA longueur retenue pour l'ARF est 500m.

5.6.2 Lignes d'alimentations Basse Tension

Les différentes lignes basse tension proviennent des TGBT situés dans l'ensemble bâtiments 240/300/400/500. Les lignes extérieures à cet ensemble et pénétrant dans d'autres bâtiments sont, d'après le synoptique. 000-07-01-001-ICI-DWG-A-AVP, les lignes suivantes :

- Un chemin de câbles entre le TGBT 122 et le bâtiment 310 (longueur de câbles d'environ 40m)
- Un chemin de câbles entre le TGBT 122 et le bâtiment 135 (longueur de câbles d'environ 100m)
- Un chemin de câbles entre le TGBT 122 et le bâtiment 250 (longueur de câbles d'environ 15m)
- Un chemin de câbles entre le TGBT 400 et le bâtiment 210 (longueur de câbles d'environ 15m)



Nous émettons également l'hypothèse que cet ensemble alimentera :

- Les bâtiments 510/512 (Longueur considérée : 70m)
- Le réseau d'éclairage extérieur (Longueur considérée : 1000m)
- Le pont bascule produits finis (Longueur considérée : 300m)
- Le pont bascule matières premières (Longueur considérée : 100m)
- L'accès 1 piétons et véhicules depuis l'extérieur du site (Longueur considérée : 150m)
- L'accès 2 piétons et véhicules depuis l'extérieur du site (Longueur considérée : 200m)

Nous émettons également l'hypothèse que l'ensemble des bâtiments 510/512 alimente les bornes de recharge des véhicules électriques du parking situé à proximité (Longueur considérée : 20m).

Les dimensions retenues pour ces deux postes sont les suivantes :

Poste	Longueur	Largeur	Hauteur
Poste 1000 kVA	5	3	3
Poste « tarif jaune »	1,5	1	2

5.6.3 Signal/Données/Télécom

Les équipements électriques courants faibles du site concernent

- Les installations VDI, dont les principales lignes entre bâtiments sont en fibre optique, et ne sont, de ce fait, pas pris en compte dans l'analyse risque foudre car non contraints par les effets liés à la foudre. Cependant, si ces réseaux sont blindés (blindage interne ou externe), les blindages devront être reliés à la terre au niveau de leur point pénétration dans les bâtiments.
- Le système de sûreté, qui dialoguera notamment avec des unités de traitement locales déportés via un réseau Ethernet (exemple : contrôle d'accès, interphonie ou encore la vidéosurveillance)
- La gestion technique centralisée, dont les principales lignes entre bâtiments sont en fibre optique, et ne sont, de ce fait, pas pris en compte dans l'analyse risque foudre car non contraints par les effets liés à la foudre. Cependant, si ces réseaux sont blindés (blindage interne ou externe), les blindages devront être reliés à la terre au niveau de leur point pénétration dans les bâtiments.
- Le système de détection incendie, nécessitant des câbles et liaisons nécessaires au report d'informations entre les bâtiments et la baie SSI.

L'analyse de ces différents systèmes permettent de retenir les liaisons suivantes dans l'analyse du risque foudre :

- Un chemin de câbles Ethernet cheminant entre les bâtiments 240/300/400/500 et l'accès 1 piétons et véhicules depuis l'extérieur du site (Longueur considérée : 200m)
- Un chemin de câbles Ethernet cheminant entre les bâtiments 240/300/400/500 et l'accès 1 piétons et véhicules depuis l'extérieur du site (Longueur considérée : 200m)
- Un chemin de câbles de communication détection incendie entre les bâtiments 240/300/400/500 et le bâtiment 250 (Longueur considérée : 15m)
- Un chemin de câbles de communication détection incendie entre les bâtiments 240/300/400/500 et le bâtiment 305/310 (Longueur considérée : 40m)
- Un chemin de câbles de communication détection incendie entre les bâtiments 240/300/400/500 et le bâtiment 210 (Longueur considérée : 15m)



- Un chemin de câbles de communication détection incendie entre les bâtiments 240/300/400/500 et le bâtiment 135 (Longueur considérée : 100m)
- Un chemin de câbles de communication détection incendie/gaz entre les bâtiments 240/300/400/500 et le bâtiment 510/512 (Longueur considérée : 70m)

5.6.4 Canalisations métalliques

Ces canalisations sont citées mais ne sont pas prises en compte dans le calcul statistique dans la mesure où il est nécessaire au sens de la norme de les mettre à la terre à l'entrée des structures. Ces éléments métalliques devront être reliés à la terre conformément aux normes en vigueur.

Les réseaux métalliques identifiés sur le site sont :

- La boucle incendie permettant d'alimenter les réseaux de sprinklage présent dans les bâtiments
- Le réseau gaz naturel
- Le réseau air comprimé

On note aussi l'existence d'un auvent métallique

- Entre le bâtiment 500 et le bâtiment et le bâtiment 510
- Entre le bâtiment 300 et le bâtiment 250
- D'extracteurs vibrants entre le bâtiment 210/220 et le bâtiment 300

Ces éléments métalliques devront également être reliés à la terre au niveau de chaque point d'entrée des bâtiments, conformément aux normes en vigueur.

5.6.5 Cheminement des réseaux

Le tableau suivant résume les liaisons prises en compte dans l'ARF statistique (en rouge les lignes HT, en bleu les lignes BT et en vert les lignes CFa)

Longueur de lignes (en m)	B240/300 /400/500	B210 /220	B250	B305 /310	B510 /512	Poste RTE	B135	Ecl. Ext	PB produits finis	PB. mat. premières	Accès 1	Accès 2	Bornes charge
Bâtiments 240/300/400/500		15 15	15 15	40 40	70 70	500	100 100	1000	300	100	150 150	200 200	
Bâtiments 210/220	15 15												
Bâtiment 250	15 15												
Bâtiments 305/310	40 40												
Bâtiments 510/512	70 70												20

A noter que les lignes avec le même cheminement sont regroupées dans un seul chemin.



Les dimensions retenues pour les structures présentes en bout de chemin de câbles sont les suivantes :

Structure	Longueur	Largeur	Hauteur
Poste RTE	20	12	4
B135	38	13	7
Eclairage extérieur	0,5	0,5	8
Pont bascule produits finis	3	3	3
Pont bascule matières premières	3	3	3
Portail d'accès 1	15	1	2,5
Portail D'accès 2	15	1	2,5
Bornes de chargement	0,5	0,5	1,5

Note1 : Les dimensions de l'éclairage extérieur correspondant aux dimensions d'un lampadaire

Note2 : Les dimensions des ponts-bascules correspondant à des dimensions génériques d'un local présent au niveau du point

5.7 DUREE DE PRESENCE ET CALCUL DES PERTES

De façon générale, le site fonctionnera 8 400 h/an maximum ; 7j/7 ; 24h/24 ; 52 semaines/an.

En dehors des arrêts techniques, 3 jours d'arrêt sont prévus : le 1er janvier, Noël et le 1er mai.

En termes d'effectifs, il est attendu :

- 120 à 150 personnes au total (dont administratifs et personnel technique mais hors entreprises extérieures),
- Entreprises extérieures : environ 20 personnes supplémentaires,
- Fonctionnement par équipe, à raison de 15 pers/équipe,
- En journée : environ 40 personnes en simultané,
- De nuit : 15 à 20 personnes en simultané,
- Le week-end : 15 à 20 personnes en simultané. Le tableau ci-dessous présente la durée de présence pour les structures concernées par l'étude.

Structure	Durée de présence	Temps de présence annuel (En heures)
Bâtiments 300/240/400/500	Présence d'équipes 7j/7 ; 24h/24 ; 52 semaines/an sauf 1er janvier, Noël et 1er mai et arrêts techniques	8400
Bâtiment 210	Il n'y pas de poste de travail fixe dans ce bâtiment, le temps de présence ne devrait donc pas excéder 2000h/an	2000
Bâtiment 250	Il n'y pas de poste de travail fixe dans ce bâtiment, le temps de présence ne devrait donc pas excéder 2000h/an	2000
Bâtiments 305/310	Il n'y pas de poste de travail fixe dans ce bâtiment, le temps de présence ne devrait donc pas excéder 2000h/an	2000
Bâtiments 510/512	Considérant le poste de garde, une personne sera toujours présente 7j/7 ; 24h/24 ; 52 semaines/an	8400

Les paramètres utilisés dans l'analyse du risque (voir annexes) concernant les pertes (L_f et L_o) sont des valeurs dépendant de la situation de chaque bâtiment (nombre d'étages, facilité d'accès des issues de secours, type de risque ...).

Ci-dessous un extrait de l'annexe C de la norme internationale 62305-2.

C.2 Perte de vie humaine

La valeur de L_t , L_f et L_o peut être déterminée en termes de nombre relatif de victimes à partir de la relation approchée suivante:

$$L_x = (n_p / n_t) \times (t_p / 8\,760) \quad (C.1)$$

où

- n_p est le nombre de personnes pouvant courir un danger (victimes);
- n_t est le nombre total présumé de personnes (dans la structure);
- t_p est la durée annuelle en heures de présence des personnes à un emplacement dangereux, à l'extérieur de la structure (L_t uniquement) ou à l'intérieur de la structure (L_f et L_o).

Remarque : l'évaluation du nombre de victimes (y compris les blessés légers ou les personnes incommodées) est nécessaire dans cette méthode. En absence de cette information dans les documents qui nous sont remis (par exemple l'étude de dangers) nous retiendrons les cas suivants pour l'évaluation de n_p/n_t :

Pas de danger particulier	10%
Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)	15%
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	20%
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées)	25%
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	25%
Danger ou contamination de l'environnement	100%
Risque d'explosion : Z0, Z20 ou explosif solide	100%

Ces valeurs sont cohérentes avec les hypothèses ayant servies de base à la rédaction des normes.

Etant donné que 40 personnes maximum peuvent être présentes en simultanée sur le site, il sera considéré un faible niveau de panique.

Calcul des pertes

Les L_f pris en compte pour les différentes zones d'études sont donnés dans le tableau suivant.

Structure	L_f
Bâtiments 300/240/400/500	0,144
Bâtiment 210	0,034
Bâtiment 250	0,034
Bâtiments 305/310	0,034
Bâtiments 510/512	0,144

6 ANALYSE DU SITE

6.1 IDENTIFICATION DES SOURCES DE DOMMAGES ET DES TYPES DE PERTES

6.1.1 Gestion des incendies.

Un système de sécurité incendie (SSI) sera mis en place sur l'ensemble du site. La baie SSI sera disposée dans le bâtiment 520. Une supervision servant à collecter toutes les informations ou ordres liés à la seule sécurité incendie, traiter ces informations et effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité incendie des locaux sera placée au niveau du poste de garde.

Ce système comprend un système de détection incendie qui sera présent dans tous les locaux. Le type de détecteurs sera choisi en fonction des risques identifiés dans les locaux à surveiller ainsi que des conditions ambiantes dans lesquelles ils seront installés (normales, vibrations, explosion, humidité).

Des déclencheurs manuels d'alarme, par dispositifs de type bris de glace, placées à proximité des issues de secours, seront installés en complément des détecteurs automatiques. Chaque zone de compartimentage sera équipée de tableau de report d'alarme, adressable, ou à un système d'extinction automatique. L'ensemble des alarmes est renvoyé vers un panneau central d'alarme situé dans le local central de commande, où une présence permanente 24/7 est assurée.

Un système de sprinklage est prévu dans le bâtiment 500 au niveau des stockages de palettes en bois utilisées pour le conditionnement des produits finis, ainsi qu'au droit de la zone de découpe (bout de ligne de production).

Le site sera également équipé d'extincteurs adaptés aux risques à combattre, judicieusement répartis conformément à la réglementation et aux normes en vigueur. Le site sera aussi équipé de Robinets d'Incendie Armés (RIA) et disposera de poteaux incendie.

Des moyens de secours externes peuvent également intervenir. Le délai entre l'alerte et l'arrivée des sapeurs-pompiers sur le site est estimé entre 10 et 20 minutes.

Tenant compte de ces différentes informations, les dispositions contre les incendies considérés dans chaque zone d'étude est donné dans le tableau suivant.

Structure	Dispositions contre les incendies
Bâtiments 300/240/400/500	Manuelle
Bâtiment 210	Manuelle
Bâtiment 250	Manuelle
Bâtiments 305/310	Manuelle
Bâtiments 510/512	Manuelle

Dispositions contre les incendies :

- Automatique : Pas de disposition
- Manuelle : Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées
- Aucune : Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est $t < 10$ min.

6.1.2 Dangers liés aux produits

Selon l'étude de dangers du site, les produits pouvant mener à un incendie sur le site sont principalement

- Le GPL au niveau de la station de GPL,
- Le gasoil au niveau de la station de gasoil,
- Le gaz naturel présent dans le réseau de distribution de gaz naturel,



- Les matières solides combustibles situées particulièrement dans le bâtiment 500 (palettes de bois et films plastiques).

Le logiciel JUPITER 2.0 présente dans ses paramètres une évaluation du risque incendie, pour laquelle la catégorie « production de fibres synthétiques » mène à une charge calorifique spécifique de 340 MJ/m². Nous retiendrons donc cette valeur pour l'ensemble des bâtiments 240/300/400/500.

Le logiciel JUPITER 2.0 présente dans ses paramètres une évaluation du risque incendie, pour laquelle la catégorie « bureau d'ingénierie » mène à une charge calorifique spécifique de 590 MJ/m². Nous retiendrons donc cette valeur pour l'ensemble des bâtiments 510/512.

Le bâtiment 210/220 ne contient que des matières premières composées de roche minérales ou de laitier cristallisé issu du haut fourneau. Ce dernier n'est pas considéré comme dangereux dans l'étude de dangers. De ce fait, nous considérerons un risque d'incendie faible dans ce bâtiment.

Le bâtiment 250 abrite différentes résines que l'étude de dangers ne jugent pas inflammables ou même non combustibles dans les conditions normales d'exploitation. Ce bâtiment présente donc un potentiel calorifique faible. De ce fait, nous considérerons un risque d'incendie faible dans ce bâtiment.

Le bâtiment 305/310 fait circuler des fumées à haute température, tout en ayant quelques stockages de produits qui ne sont pas combustibles. Les fumées ne sont également pas inflammables vu les concentrations des différents éléments la constituant. Ce bâtiment présente donc un potentiel calorifique faible. De ce fait, nous considérerons un risque d'incendie faible dans ce bâtiment.

Ce qui conduit au tableau suivant :

Structure	Risque Incendie (faible, ordinaire ou élevée)	Risque Environnemental dû aux produits (danger, contamination ou RAS)
Bâtiments 300/240/400/500	Risque faible	RAS
Bâtiment 210	Risque faible	RAS
Bâtiment 250	Risque faible	RAS
Bâtiments 305/310	Risque faible	RAS
Bâtiments 510/512	Risque ordinaire	RAS

Les structures présentant un risque de feu élevé sont les structures en matériaux combustibles ou les structures dont le toit est en matériaux combustibles ou les structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800 MJ/m². Les structures présentant un risque ordinaire de feu sont les structures qui ont une charge calorifique comprise entre 800 MJ/m² et 400 MJ/m². Les structures qui présentent un faible risque de feu sont les structures qui ont une charge calorifique particulière inférieure à 400 MJ/m² ou les structures qui ne contiennent qu'occasionnellement des matériaux combustibles. La charge calorifique spécifique est le rapport de l'énergie de la part totale de matériau combustible dans une structure sur la surface complète de la structure.

Danger pour l'environnement : émission de substances biologiques, chimiques et/ou radioactives dans le périmètre immédiat de la structure (ou du site).

Contamination pour l'environnement : émission de substances biologiques, chimiques et/ou radioactives dans une zone débordant largement du périmètre immédiat de la structure (ou du site) au-delà des valeurs autorisées.

6.1.3 Dangers liés aux procédés

6.1.3.1 ZONES D'EFFETS

L'étude de dangers ne fait pas état de scénarios d'incendie dont les effets thermiques peuvent impacter des structures voisines ou générer des risques de contamination de l'environnement.



6.1.3.2 RISQUE D'EXPLOSION

Rappels :

Substances inflammables	
Zone	Désignation
0	Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
1	Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
2	Emplacement où une atmosphère explosive consistant en un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.
Poussières	
Zone	Désignation
20	Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est présente dans l'air en permanence, pendant de longues périodes ou fréquemment.
21	Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles est susceptible de se présenter occasionnellement en fonctionnement normal.
22	Emplacement où une atmosphère explosive sous forme de nuage de poussières combustibles n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal ou n'est que de courte durée, s'il advient qu'elle se présente néanmoins.

Aucun zonage ATEX n'est actuellement défini sur le site. Les installations feront l'objet d'une étude du risque d'atmosphère explosive (ATEX) afin de déterminer le niveau de risque et les mesures de protection requises. L'étude de dangers précise que l'étude ATEX concernera :

- Les substances liquides inflammables : on note la présence du fuel moteur (gasoil) et du solvant Renoclean
- Les substances gazeuses inflammables : outre les matières utilisées telles que l'acétylène en bouteille, les aérosols ARDROX, le GPL, le process peut générer, notamment au droit du four de cuisson, des gaz de type CO et H₂ ; le site est par ailleurs alimenté en gaz naturel
- Les substances solides (poussières ou pulvérulentes) inflammables : il n'y en a pas sur le site de ROCKWOOL. Par contre, des poussières peuvent être présentes dans les déchets de laine de roche recyclées en matières premières et dans les gaz de combustion.

La présence de ces produits en dehors de l'organisation normale du process et susceptible d'être enflammé par la foudre constitue une situation accidentelle. Aucune zone ATEX 0 ne semble donc présente dans les locaux en dehors des équipements dédiés, conçus et éprouvés selon les réglementations spécifiques à ce type d'installations.

Le risque explosion ne sera donc pas pris en compte dans la présente analyse du risque foudre conformément aux indications de la norme NF EN 62305-2 Ed.1.

L'étude technique s'attachera tout de même à protéger de façon déterministe les équipements électriques contribuant à éviter la formation de zones explosibles ou les zones extérieures où pourraient se former des zones explosibles. Cela concerne notamment

- Les détecteurs CO et H₂ présents dans le four électrique
- Le système « Safe Curring Oven » du four de polymérisation
- Le système de détection incendie permettant le déclenchement de moyens de secours en eau si besoin
- Les événements du stockage de fuel ou de GPL.



Il faudra également s'assurer de la bonne équipotentialité des différents éléments métalliques ou électriques au niveau des stockages de fuel et de GPL.

6.1.3.3 SYNTHÈSE LIÉE AUX PROCÉDES

Les données sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous pour chaque structure étudiée :

Structure	Risque d'Explosion	Risque Environnemental dû aux procédés (danger, contamination ou RAS)	Impact sur les structures ou les personnes (dans l'environnement de la structure étudiée du fait des zones d'effets)
Bâtiments 300/240/400/500	Non	RAS	RAS
Bâtiment 210	Non	RAS	RAS
Bâtiment 250	Non	RAS	RAS
Bâtiments 305/310	Non	RAS	RAS
Bâtiments 510/512	Non	RAS	RAS

Pour l'impact d'une défaillance de la structure en dehors de la structure, dans le site ou même en-dehors du site, on considère :

- Explosion et surpression (surpression > 50 hPa),
- Flux thermique (flux thermique par surface > 3 kW/m²).

7 ÉVALUATION DU BESOIN DE PROTECTION : RISQUE R1 (HUMAIN)

Les paramètres et les résultats de calculs réalisés selon la norme NF EN 62305-2 Analyse du risque (Edition 1) sont détaillés en Annexe.

L'évaluation du risque foudre est réalisée à l'aide du logiciel « JUPITER » Version 2.0.

7.1 BATIMENTS 240/300/400/500

Avant mise en place de mesures de protection, le risque est supérieur au risque tolérable comme indiqué sur la figure ci-dessous ($2,5 \times 10^{-5}$ pour un risque acceptable de 10^{-5}).

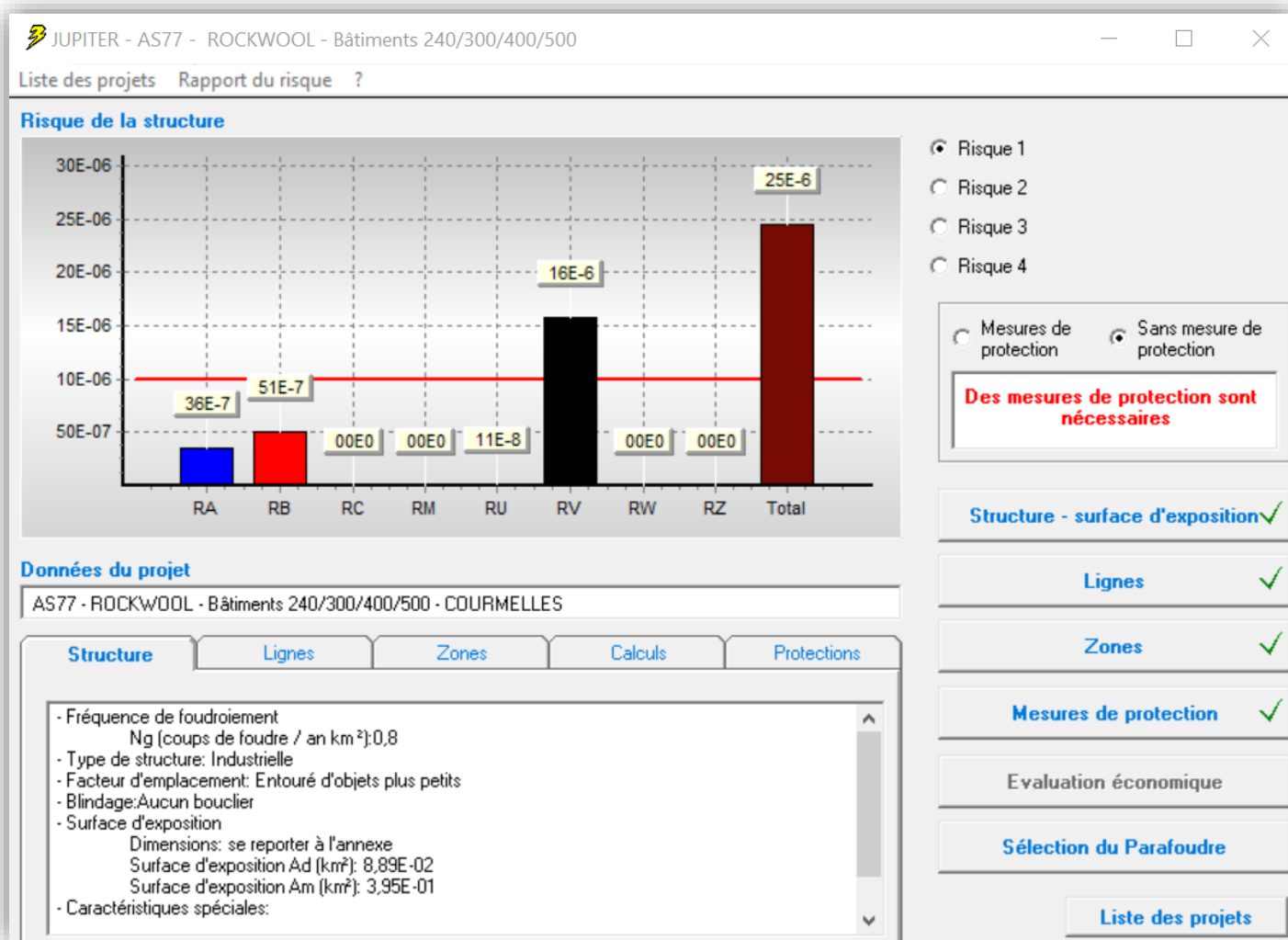


Figure 9 : Bâtiments 240/300/400/500 - Détermination du risque avec Jupiter sans protection

Il convient de mettre en place des moyens de protection. Les mesures à mettre en place sont les suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 310
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 135
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 250
 - Le chemin de câbles BT entre le TGBT 400 et le bâtiment 210

- Le chemin de câbles BT alimentant les bâtiments 510/512
- Le chemin de câbles BT alimentant le réseau d'éclairage extérieur
- Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 310
- Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 250
- Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 210
- Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant les bâtiments 510/512

Une fois les mesures de protection préconisées mises en place, le risque ($0,97 \times 10^{-5}$) passe en dessous du risque acceptable

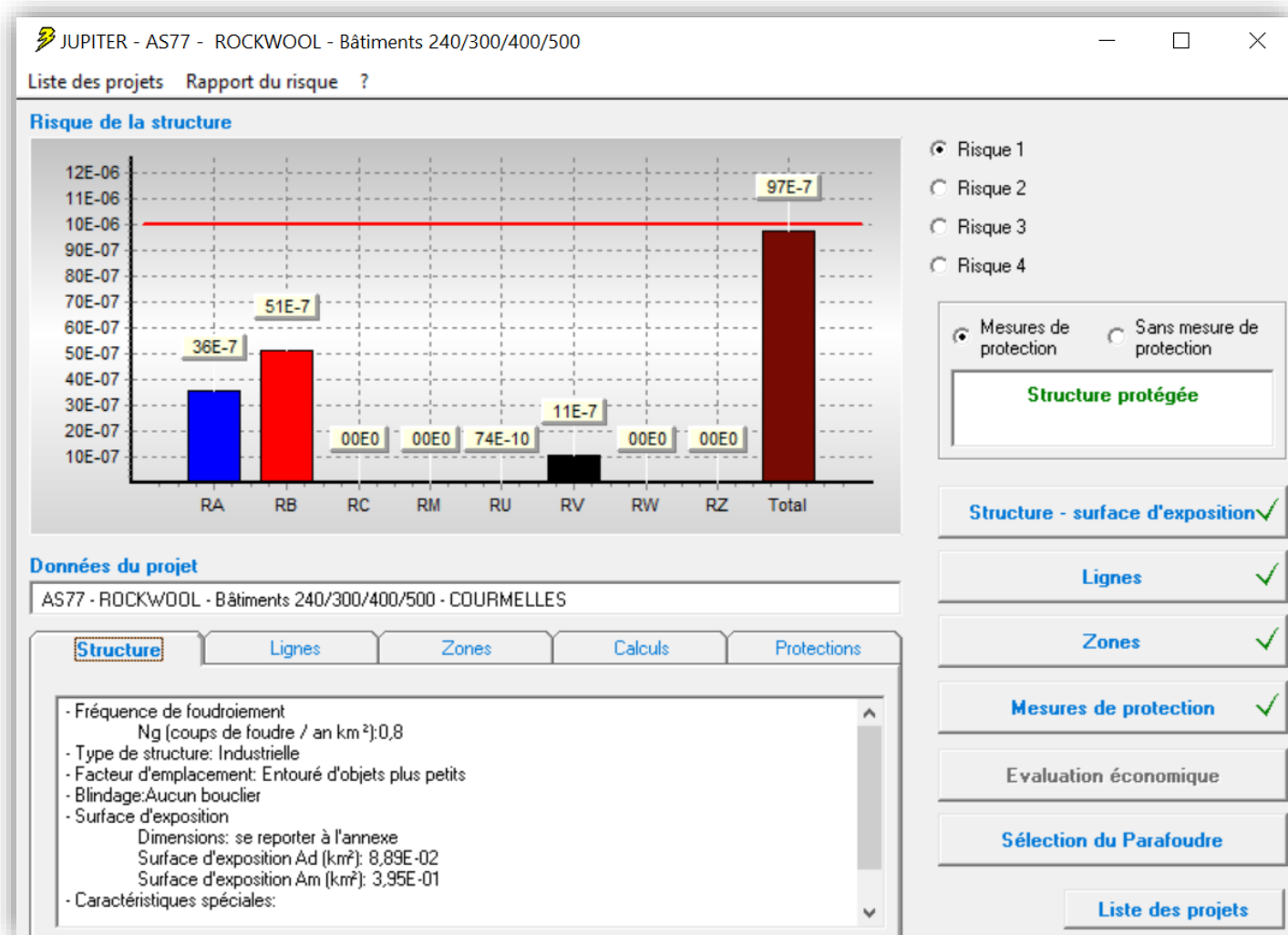


Figure 10 : Bâtiments 240/300/400/500 - Détermination du risque avec Jupiter avec protection

7.2 BATIMENTS 210/220

Avant mise en place de mesures de protection, le risque est inférieur au risque tolérable comme indiqué sur la figure ci-dessous ($0,53 \times 10^{-5}$ pour un risque acceptable de 10^{-5}).

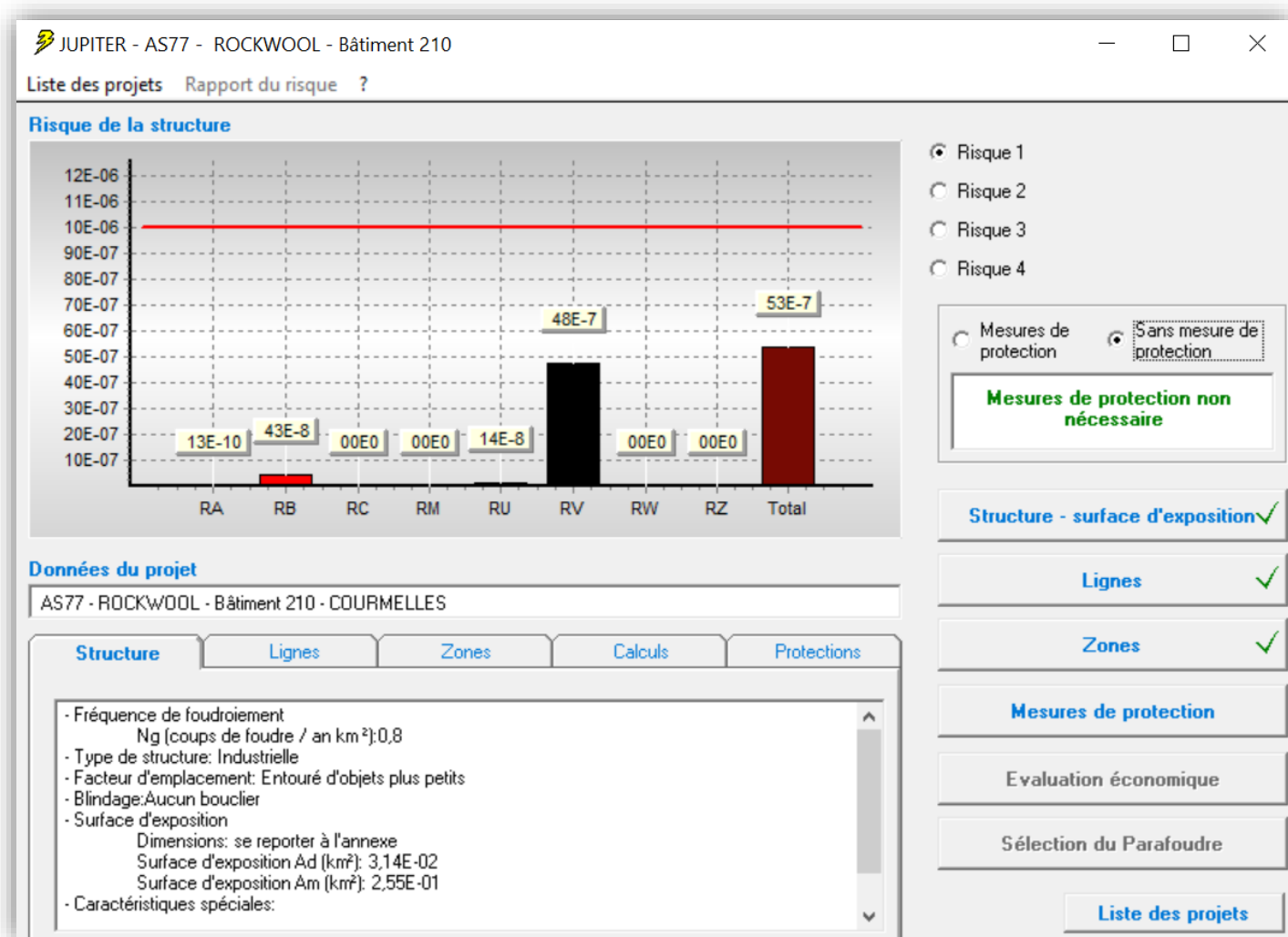


Figure 11 : Bâtiments 210/220 - Détermination du risque avec Jupiter sans protection

L'ensemble bâtiments 210/220 est donc considéré comme auto-protégée vis-à-vis du risque R1.

7.3 BATIMENT 250

Avant mise en place de mesures de protection, le risque est inférieur au risque tolérable comme indiqué sur la figure ci-dessous ($0,5 \times 10^{-5}$ pour un risque acceptable de 10^{-5}).

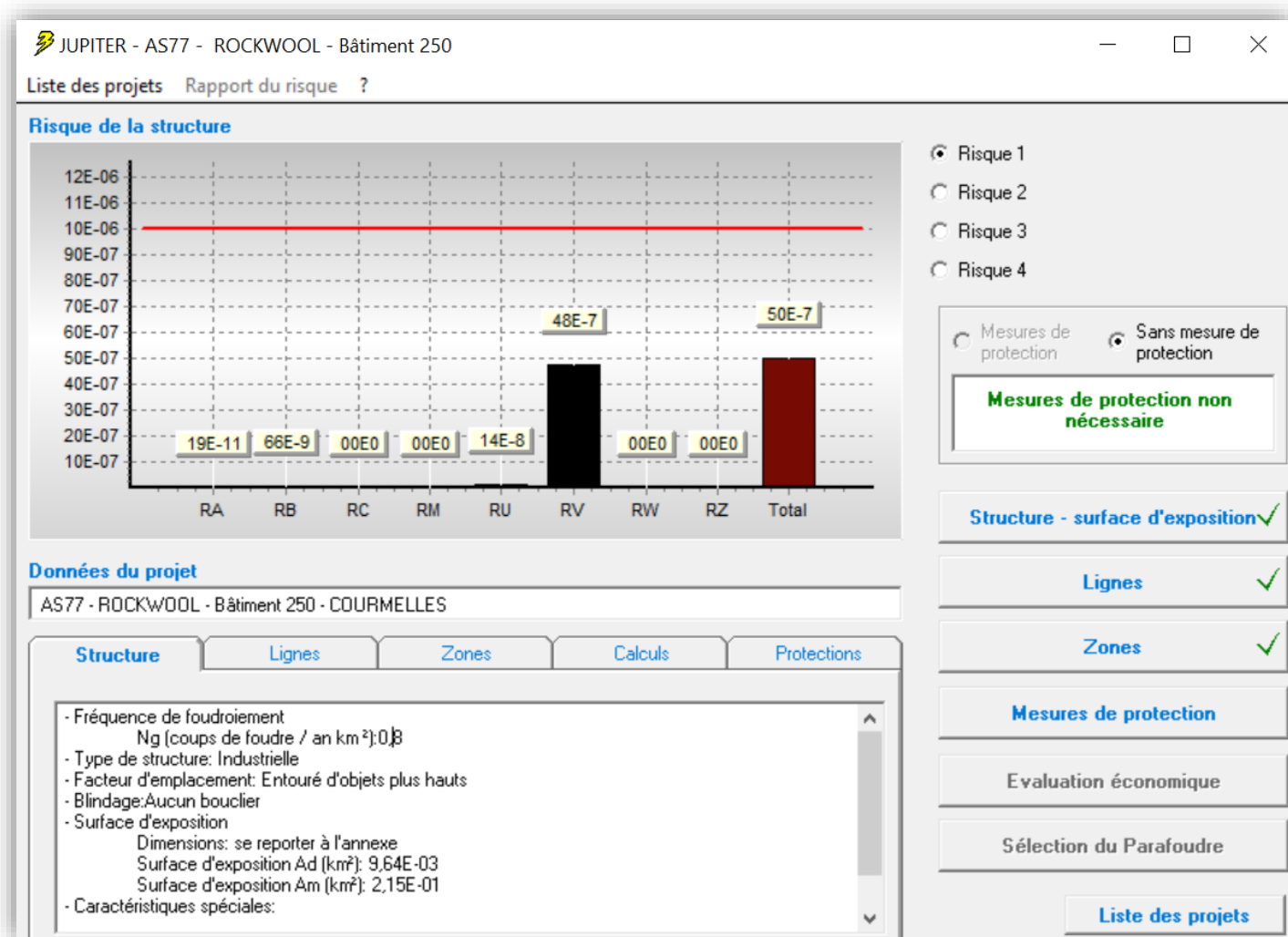


Figure 12 : Bâtiment 250 - Détermination du risque avec Jupiter sans protection

Le bâtiment 250 est donc considéré comme auto-protégé vis-à-vis du risque R1.

7.4 BATIMENTS 305/310

Avant mise en place de mesures de protection, le risque est supérieur au risque tolérable comme indiqué sur la figure ci-dessous ($1,3 \times 10^{-5}$ pour un risque acceptable de 10^{-5}).

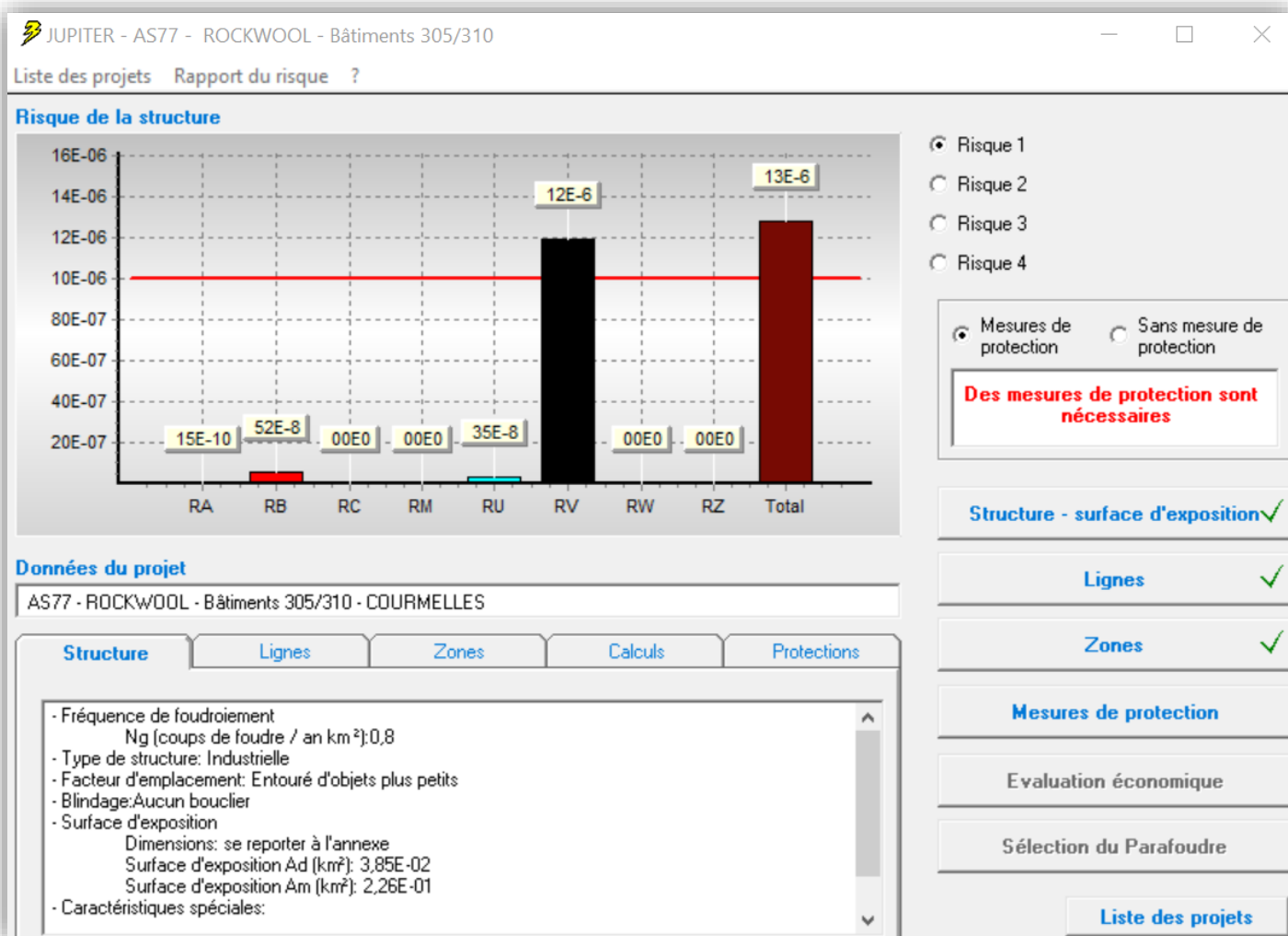


Figure 13 : Bâtiments 305/310 - Détermination du risque avec Jupiter sans protection

Il convient de mettre en place des moyens de protection. Les mesures à mettre en place sont les suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur :
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500

Une fois les mesures de protection préconisées mises en place, le risque ($0,33 \times 10^{-5}$) passe en dessous du risque acceptable

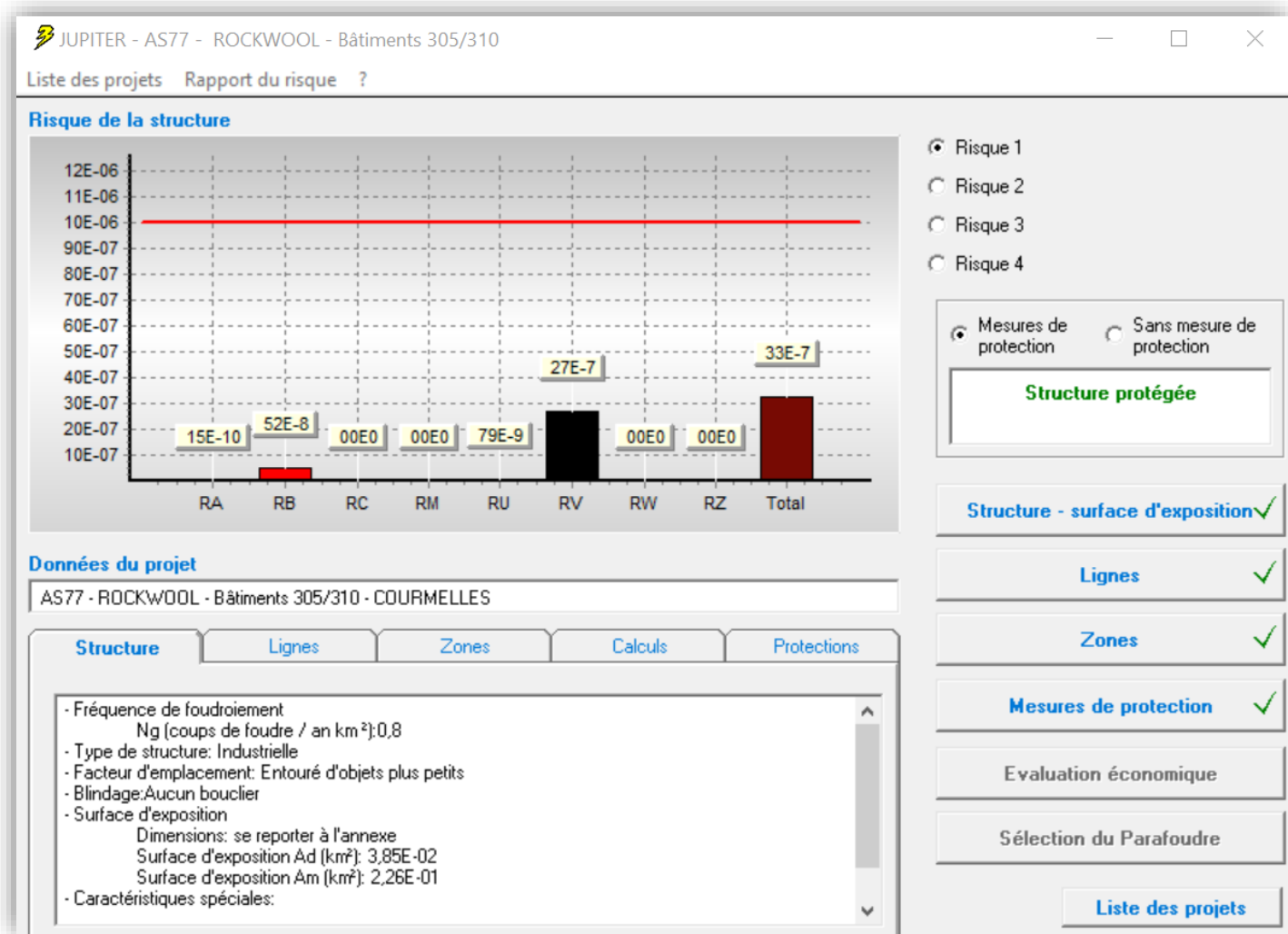


Figure 14 : Bâtiments 305/310 - Détermination du risque avec Jupiter avec protection

7.5 BATIMENTS 510/512

Avant mise en place de mesures de protection, le risque est supérieur au risque tolérable comme indiqué sur la figure ci-dessous (21×10^{-5} pour un risque acceptable de 10^{-5}).

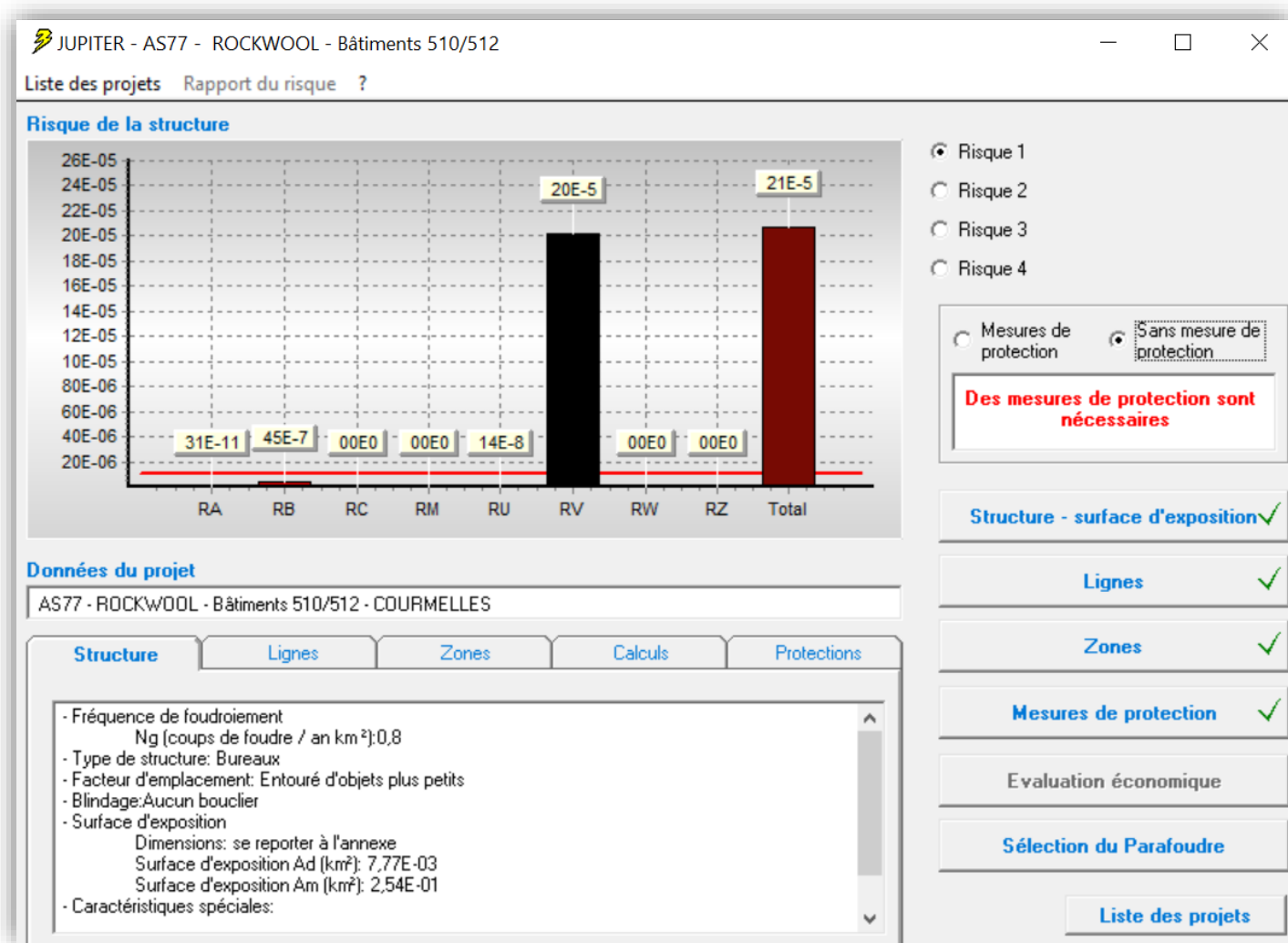


Figure 15 : Bâtiments 510/512 - Détermination du risque avec Jupiter sans protection

Il convient de mettre en place des moyens de protection. Les mesures à mettre en place sont les suivantes :

- Installation de parafoudres de niveau IV sur :
 - Le chemin de câbles BT provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500
- Installation de parafoudres de niveau II sur :
 - Le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500

Une fois les mesures de protection préconisées mises en place, le risque ($0,96 \times 10^{-5}$) passe en dessous du risque acceptable

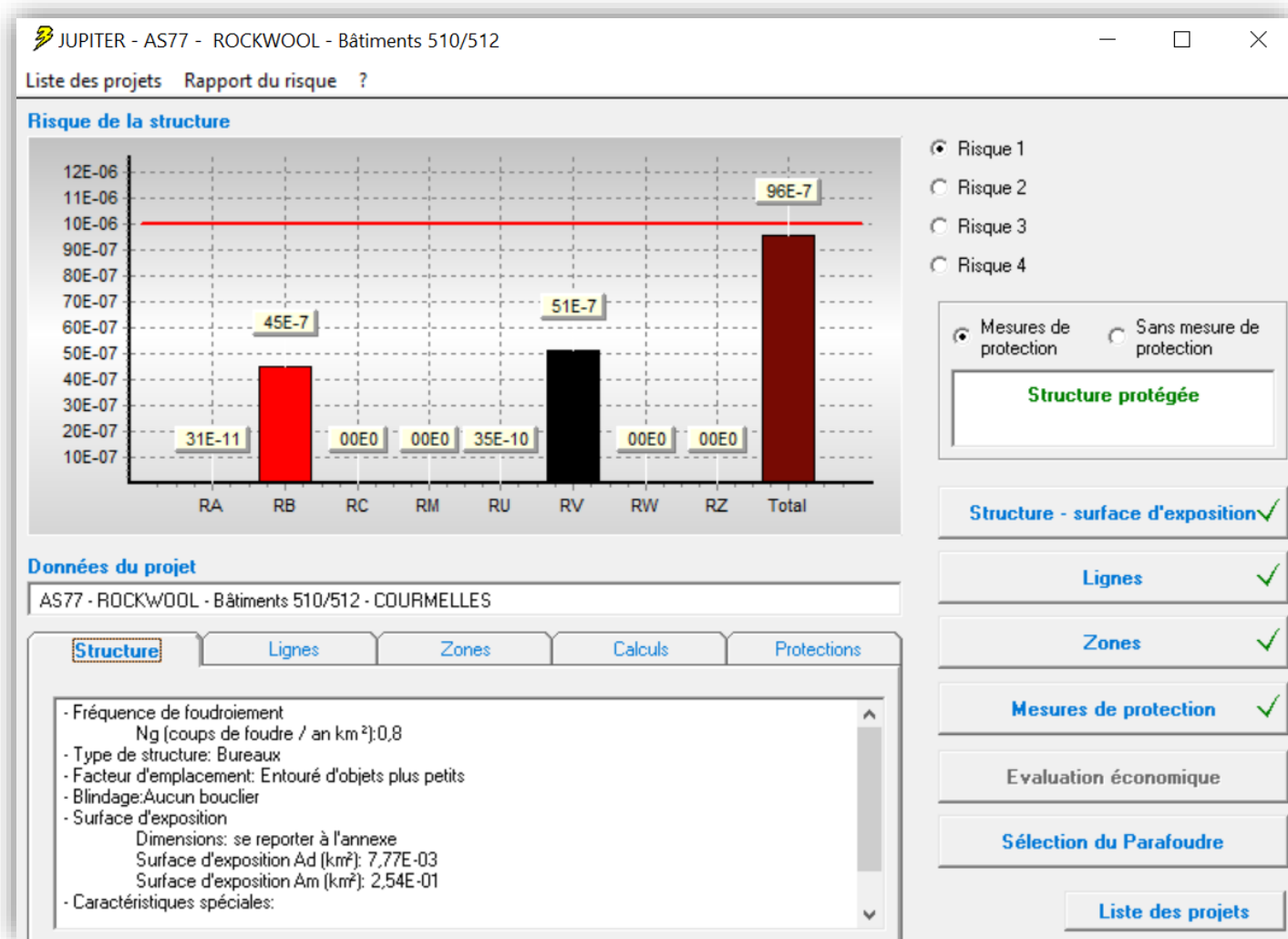


Figure 16 : Bâtiments 510/512 - Détermination du risque avec Jupiter avec protection

8 CONCLUSIONS DE L'ARF

8.1 ANALYSE STATISTIQUE SELON LA NORME NF EN 62305-2

La réduction du risque statistique R1 (risque humain et environnemental) est obtenue avec les moyens de protection à mettre en place détaillés dans les tableaux suivants.

Rappel : un niveau de protection pour un Système de Protection Foudre correspond à une efficacité de capture (98% pour le niveau I le plus efficace, 95% pour le niveau II, 90 % pour le niveau III et 80% pour le niveau IV le moins efficace). On a parfois besoin de SPF plus efficaces (niveau I+ en utilisant des conducteurs de descente naturels et niveau I++ avec conducteur de descente naturels et protection de tous les éléments de toiture au niveau I). Pour un parafoudre cela correspond à une tenue d'une partie du courant de foudre pour les niveaux IV à I. Le % du courant traversant le parafoudre est déterminé lors de l'ET. Pour les niveaux I+ et I++ il s'agit de parafoudres tenant les contraintes en courant du niveau I mais avec un niveau de protection plus bas que le niveau de tenu d'isolement usuel. Le fait d'avoir besoin d'un parafoudre de Type 1 ou de Type 2 est déterminé lors de l'ET. La règle générale est la suivante : en présence d'un SPF sur la structure un parafoudre de Type 1 est requis sur les services entrants (parafoudres dits de tête ou d'équipotentialité) et en absence de SPF un parafoudre de Type 2 peut suffire. Les autres parafoudres internes à l'installation (appelés parafoudres coordonnés) sont de Type 2 sauf exception (problème de distance de séparation notamment).

	Bâtiments 240/300/400/500
Structure	Auto-protégée
Services	<ul style="list-style-type: none"> Installation de parafoudres de niveau IV sur : <ul style="list-style-type: none"> Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 310 Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 135 Le chemin de câbles BT entre le TGBT 122 et le bâtiment 250 Le chemin de câbles BT entre le TGBT 400 et le bâtiment 210 Le chemin de câbles BT alimentant les bâtiments 510/512 Le chemin de câbles BT alimentant le réseau d'éclairage extérieur Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 310 Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 250 Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant le bâtiment 210 Le chemin de câbles signal/données/télécom alimentant les bâtiments 510/512

	Bâtiments 210/220
Structure	Auto-protégée
Services	Auto-protégés

	Bâtiment 250
Structure	Auto-protégée
Services	Auto-protégés



	Bâtiments 305/310
Structure	Auto-protégée
Services	Installation de parafoudres de niveau IV sur le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500

	Bâtiments 510/512
Structure	Auto-protégée
Services	Installation de parafoudres de niveau IV sur le chemin de câbles BT provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500 Installation de parafoudres de niveau II sur le chemin de câbles signal/données/télécom provenant de l'ensemble bâtiments 240/300/400/500

8.2 ANALYSE DETERMINISTE

En plus des moyens de protection à mettre en œuvre pour réduire le risque selon la méthode statistique de la norme NF EN 62305-2, il convient d'effectuer les actions suivantes :

- Les liaisons en fibre optique, dans le cas où elles possèderaient un blindage métallique, devront être reliées à la terre, conformément aux normes en vigueur ;
- Les événements équipant les réservoirs et stockage de fuel et de GPL devront être protégés contre un éventuel impact direct de foudre ;
- Il faudra s'assurer de la bonne équipotentialité des différents éléments métalliques ou électriques situés à proximité des hydrocarbures stockés sur le site ;
- Les détecteurs CO et H2 présents dans le four électrique devront être protégés contre les effets de la foudre ;
- Le système « Safe Curring Oven » du four de polymérisation devra être protégé contre les effets de la foudre ;
- Afin d'assurer une protection de tous les instants des personnes contre un risque incendie, nous préconisons de protéger la centrale incendie du site.

L'adéquation des moyens de protection (y compris les composants naturels, et/ou la définition des moyens de protection additionnels à mettre en œuvre) avec le besoin exprimé ci-dessus, devra faire l'objet d'une Etude Technique (ET).



Annexes



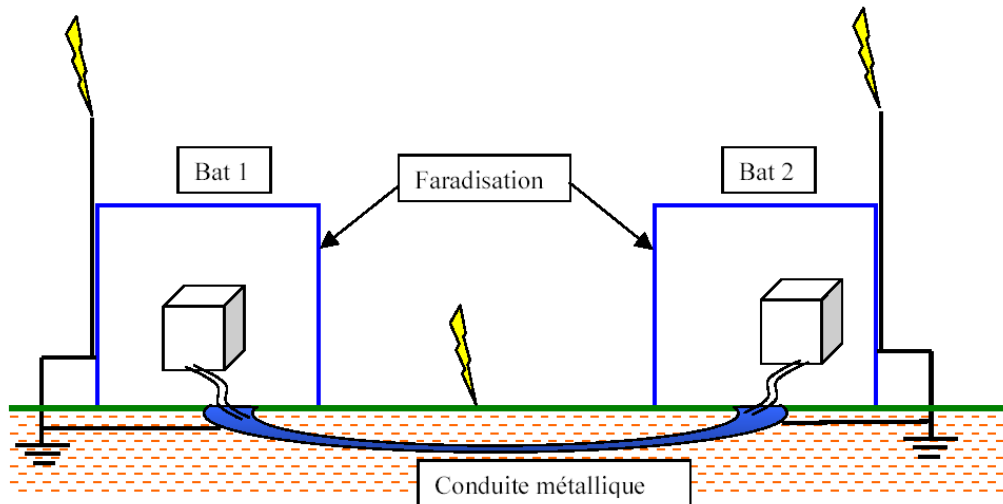
Annexe 1: Documents utilisés

- Statistiques METEORAGE Courmelles
- 000-05-00-001-A26-DWG-A-PC - PC1 _PLAN DE SITUATION A
- 000-07-00-001-ICI-DWG-A-AVP - ELECTRICAL - SYNOPTIC VHV - HV - LV
- 000-05-00-006-A26-NTE-A-PC - PC4 NOTICE ARCHITECTURALE
- 210-05-00-011-A26-DWG-A-PC - PC5FF PLAN DES FACADES - TOITURE B210
- 132-05-00-018-ICI-DWG-A-PC - PC5FI PLAN DES FACADES - TOITURE B132-133
- 000-07-02-002-ICI-DWG-A-AVP - ELECTRICAL - NETWORK SYNOPTIC
- 000-05-00-004-A26-DWG-A-PC - PC2B _PLAN MASSE RESEAUX
- 131-05-00-017-ICI-DWG-A-PC - PC5FE PLAN DES FACADES - TOITURE B131
- 000-05-00-014-A26-DWG-A-PC - PC5T PLAN DE TOITURE
- 000-00-00-014-ICI-NTE-A-ICPE - ICPE - C02_ETUDE DE DANGERS
- 000-00-00-003-ICI-NTE-A-ICPE - ICPE - A01_PRESENTATION TECHNIQUE ET ADMINISTRATIVE DU PROJET
- 400-05-00-008-A26-DWG-A-PC - PC5FB PLAN DES FACADES - TOITURES B300 400 500
- 510-05-00-009-A26-DWG-A-PC - PC5FC PLAN DES FACADES - TOITURE B510 512
- 000-00-00-004-ICI-NTE-A-ICPE - ICPE - B01_RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE D'IMPACT
- 305-05-00-013-A26-DWG-A-PC - PC5FH PLAN DES FACADES 305-310
- 000-00-00-016-ICI-DWG-A-ICPE - ICPE - E01_PLAN DE MASSE ET DES VRD
- 000-00-00-023-ICI-NTE-A-ICPE - ICPE - E08_FICHES DE DONNEES DE SECURITE DES PRODUITS
- 000-07-00-003-ICI-DWG-A-AVP - ELECTRICAL - HV-LV DISTRIBUTION PLAN VIEW
- 000-00-00-002-ICI-NTE-A-AVP - GENERAL - NOTE TECHNIQUE
- 135-05-00-010-A26-DWG-A-PC - PC5FD PLAN DES FACADES - TOITURE B135
- 000-05-00-003-A26-DWG-A-PC - PC2A _PLAN MASSE ESPACE VERT VRD
- 000-05-00-005-A26-DWG-A-PC - PC3 PLAN DES COUPES
- 000-05-00-007-A26-DWG-A-PC - PC5FA PLAN DES FACADES GENERALES
- 250-05-00-012-A26-DWG-A-PC - PC5FG PLAN DES FACADES - TOITURE B250

Annexe 2 : Philosophie d'une protection foudre idéale

L'analyse du risque foudre permet de montrer les besoins en protection foudre en fonction des diverses contraintes prises en compte : impact sur la structure, impact au sol proche de la structure, impact au sol proche d'un service ou même impact sur un service.

En l'absence d'une analyse du risque foudre et en considérant que toutes les contraintes sont à prendre en compte, la protection idéale peut être résumée dans le schéma suivant :



Dans ce cas, deux bâtiments faradisés, connectés à une prise de terre foudre et protégés contre la foudre par un paratonnerre (au sens large, ce peut être le bâtiment lui-même) sont reliés par des services qui sont eux-mêmes circulant dans une conduite métallique reliée des deux côtés à la terre.

Une telle situation donne un bon niveau de protection pour tous les risques liés à la foudre.

L'analyse du risque foudre, permettra de montrer quels aspects sont à retenir pour le site et quelles seront les mesures de protection appropriées.

Par rapport à la situation idéale décrite précédemment, on rencontrera dans la pratique des situations un peu différentes :

- Un bâtiment pas ou peu faradisé nécessitera des parafoudres de Type 2 suivant NF EN 61643-11 à différents niveaux dans l'installation, des règles de routage des câbles et d'équipotentialité voire même de blindage de certains sous-ensembles.
- Une protection foudre inexistante ou pas adaptée nécessitera la mise en place d'un paratonnerre adapté ou des moyens de protections complémentaires à ceux déjà existants.
- L'absence d'une prise de terre foudre dédiée nécessitera soit d'en créer une, soit d'améliorer les équipotentialités en haute fréquence et de choisir des parafoudres à bas niveaux de protection et à fort pouvoir de décharge.
- Si le service ne circule pas en conduite métallique il convient d'installer des parafoudres aux deux extrémités, parafoudres de Type 1 suivant NF EN 61643-11, du fait de la présence du paratonnerre. En absence de paratonnerre, le parafoudre pourra être de Type 2 et dimensionné plus sévèrement si le service circule en aérien plutôt qu'en souterrain.



Annexe 3 : Quelques rappels de la méthode d'analyse du risque selon la norme NF EN 62305-2.

Les coups de foudre à la terre peuvent être dangereux pour les structures et les services.

Le danger pour la structure peut donner lieu :

- à des dommages affectant la structure et son contenu,
- à des défaillances des réseaux électriques et électroniques associés,
- à des blessures sur des êtres vivants dans la structure ou à proximité.

Les effets consécutifs à des dommages et à des défaillances peuvent s'étendre à la proximité immédiate de la structure ou peuvent impliquer son environnement.

Le danger pour les services peut donner lieu :

- à des dommages affectant le service lui-même,
- à des défaillances des équipements électriques et électroniques associés.

Des mesures de protection peuvent être prescrites pour réduire les pertes dues à la foudre. Il est recommandé que la nécessité d'une telle protection et son choix soient considérés en termes d'évaluation du risque.

Le risque, défini dans cette norme comme la perte annuelle moyenne probable dans une structure et dans un service due aux coups de foudre, dépend :

- du nombre annuel de coups de foudre impliquant la structure et le service,
- de la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups de foudre,
- du coût moyen des pertes consécutives.

Les coups de foudre impliquant une structure peuvent être divisés en :

- coups de foudre directs sur la structure,
- coups de foudre à proximité de la structure et/ou à proximité des services connectés (réseaux d'énergie, réseaux de communication, autres services).

Les coups de foudre impliquant un service peuvent être divisés en :

- coups de foudre directs sur le service,
- coups de foudre à proximité du service ou coups de foudre directs sur une structure connectée au service.

Les coups de foudre directs sur la structure ou les services connectés peuvent causer des dommages physiques et mettre en danger la vie des personnes et des animaux. Les coups de foudre indirects à proximité d'une structure ou d'un service, comme les coups de foudre directs, peuvent causer des défaillances des réseaux électriques et électroniques en raison des surtensions dues à un couplage résistif ou inductif entre ces matériels et le courant de foudre.



Termes et définitions :

Structure à protéger

Structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme.

NOTE - Une structure à protéger peut faire partie d'une structure de plus grandes dimensions.

Structures avec risque d'explosion

Structures contenant des matériaux explosifs solides ou des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la CEI 60079-10 et la CEI 61241-10.

NOTE - Pour les besoins de la présente norme, seules les structures comportant des zones dangereuses de type 0 ou contenant des matériaux explosifs solides sont prises en considération.

Structures dangereuses pour l'environnement

Structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques et radioactives à la suite d'un foudroiement ; par exemple installations chimiques, pétrochimiques, nucléaires, etc.

Environnement urbain

Zone présentant une forte densité de bâtiments avec une population importante et des immeubles élevés

NOTE – Un centre-ville constitue un exemple d'environnement urbain.

Environnement suburbain

Zone présentant une densité moyenne de bâtiments

NOTE – Les zones à la périphérie immédiate des villes constituent un exemple d'environnement suburbain.

Environnement rural

Zone présentant une faible densité de bâtiments

NOTE – La campagne constitue un exemple d'environnement rural.

Tension assignée de tenue aux chocs (U_w)

Valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la tenue spécifiée de son isolation contre les surtensions transitoires

NOTE – Pour les besoins de la présente norme, seule la tension de tenue en mode commun est prise en compte.

Réseau interne

Réseaux électriques et électroniques à l'intérieur d'une structure

Service à protéger

Service pénétrant dans une structure pour lequel la protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme

Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure (ND)

Nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure



Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service (NL)

Nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service.

Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure (NM)

Nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure.

Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service (NI)

Nombre annuel prévisible des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service.

Probabilité de dommage (Px)

Probabilité pour qu'un événement dangereux cause un dommage à ou dans un objet à protéger.

Perte (Lx)

Montant moyen de pertes (personnes et biens) consécutif à un type spécifique de dommage dû à un événement dangereux, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger.

Risque (R)

Mesure de la perte annuelle probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger.

Composante du risque (Rx)

Risque partiel qui dépend de la source et du type de dommage.

Risque tolérable (RT)

Valeur maximale du risque qui peut être tolérée par l'objet à protéger.

Zone d'une structure (ZS)

Partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes et dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque.

Zone de protection foudre (ZPF)

Zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.

NOTE : Les frontières d'une ZPF ne sont pas nécessairement physiques (par exemple parois, plancher, plafond)

Système de protection contre la foudre (SPF)

Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure

NOTE : Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

Système de protection contre l'IEMF (SMPI)

Installation complète des mesures de protection contre l'IEMF pour les réseaux intérieurs.

Parafoudre

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à évacuer les courants de foudre. Il comprend au moins un composant non linéaire.

Parafoudres coordonnés

Parafoudres coordonnés sélectionnés et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Explication des termes

Sources de dommages

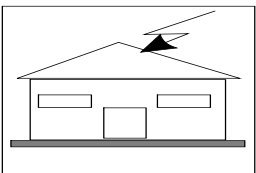
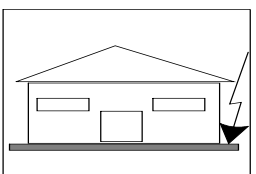
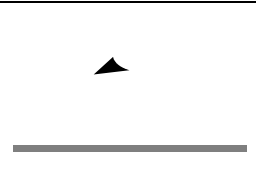
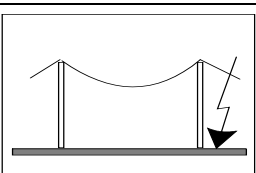
- S1: Impacts sur une structure ;
- S2: Impacts à proximité d'une structure ;
- S3: Impacts sur un service ;
- S4: Impacts à proximité d'un service.

Types de dommages

- D1 : Blessures d'être vivants ;
- D2 : Dommages physiques ;
- D3 : Défaillance des réseaux électriques et électroniques.

Types de pertes

- L1: Perte de vie humaine ;
- L2: Perte de service public ;
- L3: Perte d'héritage culturel ;
- L4: Perte de valeurs économiques (structure et son contenu).

Point d'impact	Source de dommages	STRUCTURE	
		Type de dommages	Type de pertes
	S1	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4
	S2	D3	L1*, L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4** L1, L2, L3, L4 L1*, L2, L4
	S4	D3	L1*, L2, L4
(*) Seulement dans le cas de structures présentant des risques d'explosion et dans les hôpitaux ou autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent entraîner des dangers mortels.			
(**) Seulement dans le cas où des pertes d'animaux peuvent survenir.			

Risque dans une structure pour chaque type de dommages et de pertes

Perte \ Dommage	L1 Perte de vie humaine	L2 Perte de service public	L3 Perte d'héritage culturel	L4 Perte de valeurs économiques
D1 Blessures des êtres vivants	RS	—	—	RS ⁽¹⁾
D2 Dommages physiques	RF	RF	RF	RF
D3 Défaillance des réseaux électriques ou électroniques	RO ⁽²⁾	RO	—	RO
1 – Seulement dans le cas où des pertes d'animaux peuvent survenir. 2 – Seulement dans le cas des structures présentant des risques d'explosion et dans les hôpitaux ou autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent entraîner des dangers mortels.				

Risques et composantes des risques

- R1 : Risque de perte de vie humaine ;
- R2 : Risque de perte de service public ;
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel ;
- R4 : Risque de perte de valeurs économiques.

Pour évaluer les risques R, les composantes appropriées du risque (risques partiels dépendant de la source et du type de dommage) doivent être définies et calculées.

Chaque risque R est la somme des risques qui le composent. Lorsqu'on les ajoute, les composantes du risque peuvent être groupées en fonction de la source et du type des dommages.

Composantes des risques pour une structure dus aux impacts sur la structure

RA : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

NOTE 1 : La composante du risque causé par les tensions de contact et de pas à l'intérieur de la structure dû aux impacts sur la structure n'est pas prise en compte dans la présente norme.

NOTE 2 : Dans des structures particulières, des personnes peuvent être soumises à des coups de foudre directs (par exemple niveau supérieur d'un garage ou d'un stade). Ces cas peuvent être traités au sein du concept de la présente norme.

RB : Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.

RC : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque



d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Composante des risques pour une structure dus aux impacts à proximité de la structure

RM : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

Composante des risques pour une structure dus aux impacts sur un service connecté à la structure

RU : Composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante. Des pertes de type L1 et, dans le cas d domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.

RV : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.

RW : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

NOTE : Les seuls services à considérer sont les lignes pénétrant dans la structure. Les coups de foudre sur ou à proximité de canalisation n'entraînent pas de dommages dans la structure si elles sont connectées à la borne principale de la terre de la structure. Si une borne d'équipotentialité n'est pas prévue, il faut considérer une telle menace.

Composante des risques pour une structure dus à un impact à proximité d'un service connecté à la structure

RZ : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

NOTE : Les seuls services à considérer sont les lignes pénétrant dans la structure. Les coups de foudre sur ou à proximité de canalisation n'entraînent pas de dommages dans la structure si elles sont connectées à la borne principale de la terre de la structure. C'est pourquoi cette source de dommage peut être négligée lors de l'évaluation du risque pour une structure. Si une borne d'équipotentialité n'est pas prévue, il faut considérer une telle menace.

R1 : Risque de perte de vie humaine :

$$R1 = RA + RB + RC^{(1)} + RM^{(1)} + RU + RV + RW^{(1)} + RZ^{(1)}$$

¹⁾ Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux équipés de matériels de réanimation électriques ou autres structures, lorsque les défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

R2 : Risque de perte de service public :

$$R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ$$

R3 : Risque de perte d'héritage culturel :

$$R3 = RB + RV$$

R4 : Risque de perte de valeurs économiques :

$$R4 = RA^{(2)} + RB + RC + RM + RU^{(2)} + RV + RW + RZ$$

²⁾ Seulement pour propriétés où des pertes éventuelles d'animaux peuvent survenir.

Le risque total peut être décomposé en deux façons commodes :



$$R = RD + RI$$

RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure (source S1) :

$$RD = RA + RB + RC$$

RI est la somme dû aux coups de foudre qui ont une influence sur elle mais qui ne frappent pas la structure (sources : S2, S3 et S4) et qui peut être la somme :

$$RI = RM + RU + RV + RW + RZ$$

Ou encore :

$$R = RS + RF + RO$$

RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants (D1) $RS = RA + RU$

RF est le risque dû aux dommages physiques (D2) $RF = RB + RV$

RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes (D3) $RO = RM + RC + RW + RZ$

Evaluation des risques

Valeurs types pour le risque tolérable RT

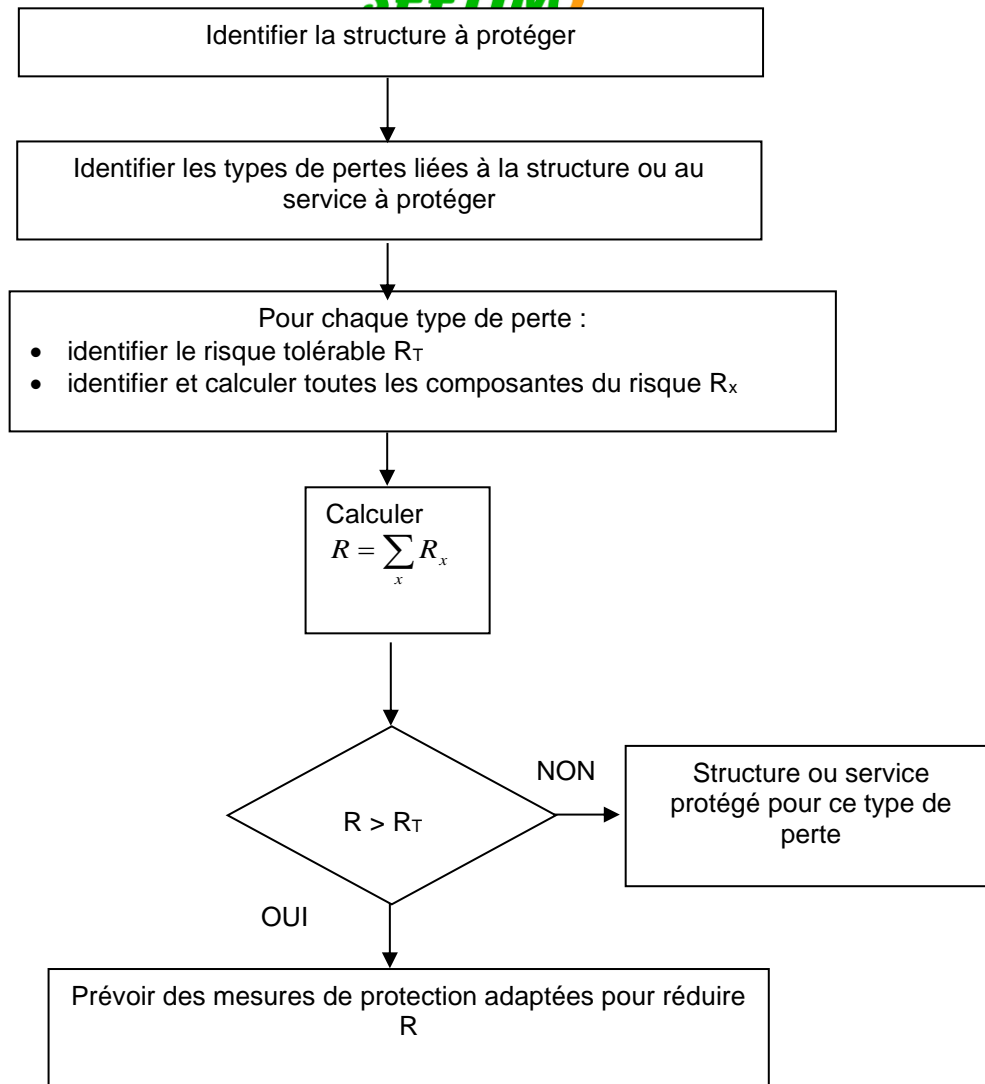
Types de pertes	RT (y ⁻¹)
Perte de vie humaine ou blessures permanentes	10 ⁻⁵
Perte de service public	10 ⁻³
Perte d'héritage culturel	10 ⁻³

Pour chacun des risques à considérer, les étapes suivantes doivent être suivies :

- identification des composantes Rx constituant le risque ;
- calcul des composantes de risque identifiées Rx;
- calcul du risque total R;
- identification du risque tolérable RT;
- comparaison du risque R avec la valeur tolérable RT.

Si $R \leq RT$ une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Si $R > RT$ des mesures de protection doivent être prises pour réduire $R \leq RT$ pour tous les risques auxquels l'objet est soumis.



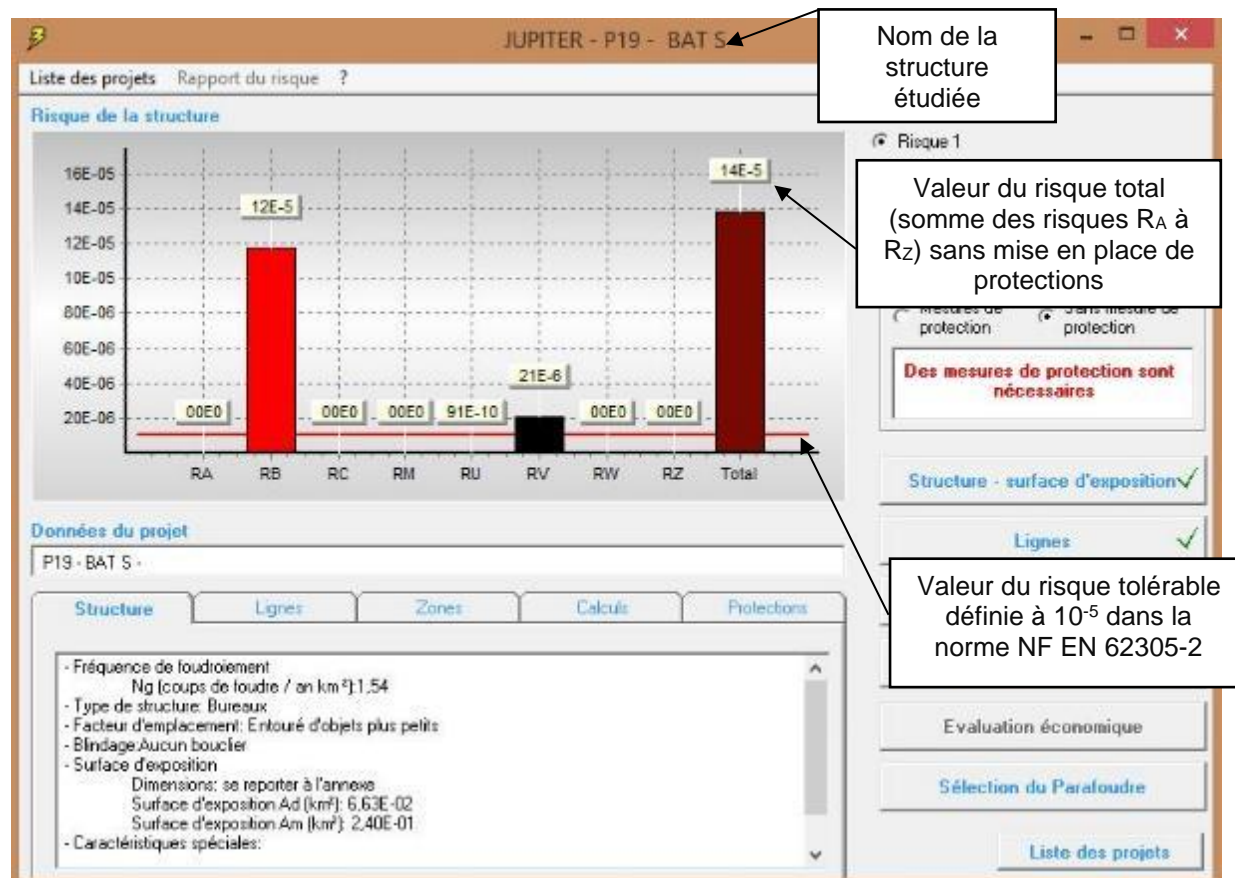
Procédure pour la décision du besoin de protection

Les mesures de protection ne doivent être considérées comme fiables que si elles satisfont aux prescriptions des normes applicables :

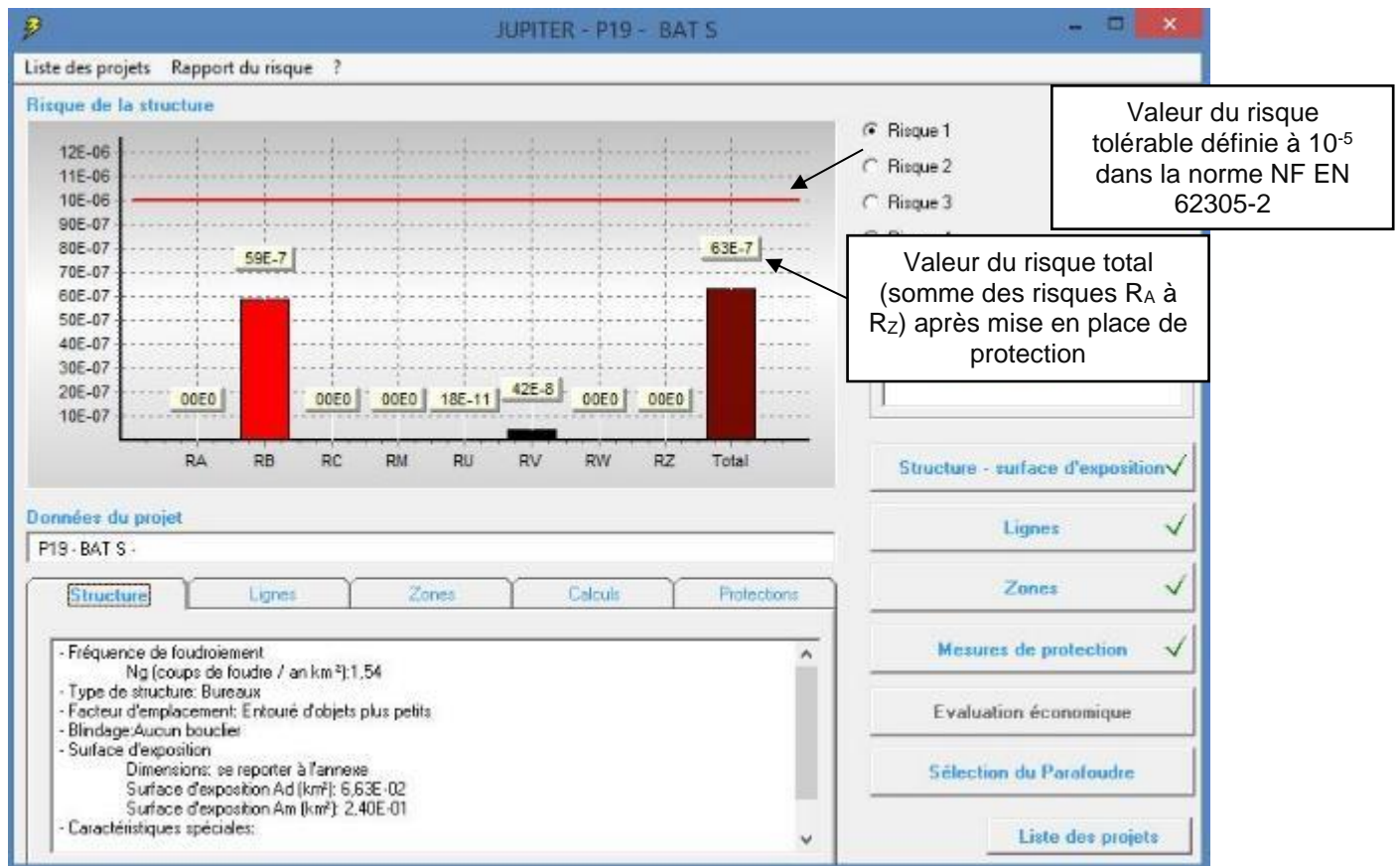
Les normes de la série NF EN 62305 (en particulier -3 et -4) ;
 La norme NFC 17-102 pour les PDA ;
 Les normes NF EN 61643-11 et 61643-21 pour les parafoudres.

Annexe 4 : Comment lire un listing de calculs réalisés à l'aide du logiciel JUPITER ?

Le risque calculé avant mesures de protection est présenté graphiquement sur le diagramme ci-dessous.



Une fois les mesures de protection adéquates introduites, le niveau de risque passe bien en dessous du seuil rouge du risque acceptable (10^{-5}).



Résultat du calcul des risques R_A à R_Z présentés graphiquement.



Listing avec commentaires explicatifs : en bleu

ÉVALUATION DES RISQUES

Données du projeteur

Raison sociale : **Société qui réalise l'étude foudre**

Nom du projeteur : **Nom du rédacteur de l'étude**

Client : **Société concernée par l'étude et nom du bâtiment**

Données de l'évaluation des risques

- **Fréquence de foudroisement**

Ng : **Densité de foudroisement obtenue depuis le site Météorage en France ou par des cartes et données NASA hors de France**

Structure – surface d'exposition

- Type de structure : **Bureaux, commerces, écoles, industrielles... le type d'activité sélectionne de manière automatique les types de risques à considérer (pour une installation industrielle, les risques de perte de service public, de perte de patrimoine ne sont pas pris en compte par défaut mais il est toujours possible de choisir les pertes que l'on veut appliquer si par exemple il s'agit d'un poste de transformation dans un bâtiment classé monument historique)**
- Blindage de structure : **Aucun, maillage (par exemple cas des fers à béton) ou continue (cas d'une tôle adaptée)**
- Facteur d'emplacement : **Situation relative du bâtiment (isolé, entourés d'objets plus petits...)**
- Calcul analytique
 - A (m) : **Longueur**
 - B (m) : **Largeur**
 - H (m) : **Hauteur**
 - Hmax (m) : **Hauteur du point le plus haut : cheminée, tour**
- Calcul graphique : **Structure à dessiner**

Lignes

- Lignes 1 à n : **Nom de la ligne**
Type de ligne : **Energie (avec ou sans transformateur HT/BT) ou signal - souterrain ou aérien**
- Structure adjacente : **Bâtiment à l'autre bout de la ligne**
A (m) : **Longueur**
B (m) : **Largeur**
H (m) : **Hauteur**
- Facteur d'emplacement : **Situation relative du bâtiment (isolé, entouré d'objets plus petits...)**

Caractéristique de la ligne :

- Ligne de longueur (m) : **Longueur de la ligne**
- Résistivité (ohm.m) : **Valeur mesurée ou valeur par défaut (500 pour édition 1 et 400 pour édition 2)**
- Blindage (ohm/km) : **Résistance linéique du blindage**
- Facteur d'emplacement : **Situation relative de la ligne (isolé, entouré d'objets plus petits, au sommet d'une colline...)**
- Facteur environnemental : **Rural, suburbain, urbain (définit le niveau d'affaiblissement du champ électromagnétique par les structures voisines)**
- Parafoudre d'entrée : **Aucun, niveau I à IV ou autre. Il s'agit des parafoudres d'équipotentialité.**

Zones (sous certaines conditions, le bâtiment est partagé en zones)

Caractéristiques

- Zone 1 : **Nom de la zone**
- Type de zone : **Intérieur ou extérieur, présences de personnes et/ou risque d'explosion (zone 0 ou 20) ;**
- Danger particulier : **Pas de risque particulier, niveau de panique faible, moyen, élevé, difficultés d'évacuation, risques environnementaux, risques de contamination**
- Risque d'incendie : **Aucun, faible, ordinaire ou élevé (dépend de la charge calorifique spécifique en MJ/m²)**
- Protection contre le feu : **Aucune, manuelle ou automatique (Si détection et intervention des pompiers inférieure à 10 minutes alors considéré comme une protection automatique)**



- Ecran de zone : **Aucun, maillage ou continue**
- Type de surface au sol : **Asphalte, béton, gravier, marbre, moquette... (caractérise la conductivité du sol dans cette zone interne ou externe)**
- Protection contre les tensions de contact : **Aucune, isolation, avertissements, restriction physique**

Réseau interne (identifie les lignes définies précédemment qui entrent ou non dans cette zone)

- Alimentation : **Lignes 1 à n - Le système est relié ou non à la ligne**
- Téléphone : **Lignes 1 à n - Le système est relié ou non à la ligne**
- Type de câblage : **Taille des boucles de câblage (influence le niveau d'immunité aux perturbations rayonnées par la foudre)**
- Tension de tenue: **Tenue maximale aux surtensions des équipements reliés à cette ligne (1,5 kV ; 2,5 kV ; 4 kV ou 6 kV en se basant sur un réseau 230/400 V)**
- Parafoudres coordonnés : **Absents ou présents**

Zone Z2 : **Eventuellement une autre zone dans le bâtiment**

Calculs

La totalité des résultats des calculs réalisés par JUPITER est fournie ci-après. L'objectif de ce listing est triple :

- Fournir au lecteur non expert des explications sur la sélection des paramètres caractéristiques du bâtiment, des risques pris en compte et des protections ;
- Fournir au lecteur professionnel de la foudre les paramètres qui conduisent ou non au besoin de protection et permettent de réaliser l'étude technique qui définit précisément la solution de protection à installer ;
- Fournir aux autorités compétentes (DREAL, auditeur Qualifoudre, Ministère de la Défense, Autorité de sûreté nucléaire ...) le détail des calculs pour en vérifier le bien fondé.

Zone Z1: **Nom de la zone**

Résultat des calculs de Nd, Nm, Pa, Pb, Pc, Pm, ra, r, rf, h (la définition de l'ensemble des termes et les formules associées sont dans la norme IEC 62305-2)

Composantes du risque

- R1: risque de perte de vie humaine. Rb, Ru, Rv : **Composantes du risque fonction de l'activité et de la configuration de l'installation**
- R2 : **En général non retenu pour une installation industrielle sauf si c'est un poste client**
- R3: **En général non retenu pour une installation industrielle**
- R4: **En général non retenu dans le cadre d'une obligation réglementaire et difficile à appliquer en absence de données économiques très précises**

Valeurs des pertes

Lt : Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas

Lf : Pertes dues aux dommages physiques

Lo : Pertes dues aux défaillances des réseaux internes

- R1 : Lf : **Valeur à calculer ou par défaut (seules les valeurs par défaut sont possibles pour l'Ed. 2)**
Lo: **Valeur à calculer ou par défaut (seules les valeurs par défaut sont possibles pour l'Ed. 2)**
Lt : **Valeur à calculer ou par défaut (seules les valeurs par défaut sont possibles pour l'Ed. 2)**
- R2 : Lf: Lo:
- R3 : Lf:
- R4 : Lf: Lo: Lt:

Valeurs du risque

Résultats des calculs de R1(b), R1(u), R1(v)

Ligne : **Nom de la ligne 1**

Résultats des calculs de NI, Ni, Nda, Pc, Pm, Pu, Pv, Pw, Pz,

Valeurs du risque



Résultats des calculs de $R1(u)$, $R1(v)$, $R1(w)$, $R1(z)$, $R2(v)$, $R2(w)$, $R2(z)$, $R3(v)$, $R4(c)$, $R4(m)$, $R4(u)$, $R(v)$, $R4(w)$, $R4(z)$

Ligne : **Nom de la ligne 2**

Calcul similaire à ligne 1

Zone Z2 : **Nom de la ligne 2 (si autre zone)**

Risque tolérable

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure (**selon type d'activité**), sont présents les risques de :
Perte de vie humaine (**retenue pour les installations industrielles notamment du fait du risque pour l'environnement**)

La valeur Ra du risque tolérable est :

$Ra1 = 10^{-5}$ pour le risque de type 1

Analyse du risque

Le risque total $R1 =$ **Valeur du risque total avec protection**, est inférieur au risque tolérable $Ra1$; adopter des mesures de protection autres que celles définies ci-dessous n'est donc pas nécessaire.

Protections

Protections communes (**pour l'ensemble des zones**) :

SPF de niveau : **Niveau de protection I à IV selon la norme IEC 62305-2**

Zone Z1 : **Nom de la zone**

Définition du niveau de protection additionnelle nécessaire pour cette zone

Zone Z2 (**éventuellement**) : **nom de la zone**

Définition du niveau de protection additionnelle nécessaire pour cette zone

Ligne 1 : **Type de ligne (énergie, télécom)**

Parafoudres arrivée ligne : (**efficacité des parafoudres**)

Ligne 2 : (**éventuellement**) : **Type de ligne (énergie, télécom)**

Parafoudres arrivée ligne: (**efficacité des parafoudres**)

Conclusion

Selon la norme IEC 62305-2, la structure est protégée contre la foudre après mise en place des mesures de protection.



Annexe 5 : Calcul du risque selon la norme EN 62305-2.

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques et Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : LEDRUX Yann
Adresse : 49 rue de la bienfaisance
Ville : Vincennes
Code postal : 94300
Raison sociale : SEFTIM
Numéro Qualifoudre :051166303010
Numéro de TVA :FR54316719855
Numéro de SIRET :316 719 855 00025

Client: ROCKWOOL.
Adresse : ZAC du Plateau
Ville : Courmelles (02)

Bâtiments 240/300/400/500

structures et des risques de la vie
mars 2006;

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

- EN 62305-4: Protection contre la foudre.
Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions.

Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiemnt

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

$N_g = 0,8$ coup de foudre/km² année

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alim BT bât 210/220
- Ligne de puissance: Alim BT bât 250
- Ligne de puissance: Alim BT bât 305/310
- Ligne de puissance: Alim BT bât 510/512
- Ligne de puissance: Arrivée HT
- Ligne de puissance: Alim BT bât 135
- Ligne de puissance: Alim BT écl.ext.
- Ligne de puissance: Alim BT pont basc. prod. finis
- Ligne de puissance: Alim BT pont basc. mat. prem.
- Ligne de puissance: Alim BT portail accès 1

- Ligne de puissance: Alim BT portail accès 2
- Ligne Telecom: Lignes comm. bât 210/220
- Ligne Telecom: Lignes comm. bât 250
- Ligne Telecom: Lignes comm bât 305/310
- Ligne Telecom: Lignes comm. bât 510/512
- Ligne Telecom: Lignes comm. bât 135
- Ligne Telecom: Lignes comm. portail accès 1
- Ligne Telecom: Lignes comm. portail accès 2

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: Ensemble 240/300/400/500
Z2: Autour de l'ensemble

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

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

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

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 par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* . Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Ensemble 240/300/400/500

RB: 5,12E-06

RU(Cellules HT): 3,13E-10

RV(Cellules HT): 4,51E-08

RU(Départ BT bât 210/220): 2,35E-08

RV(Départ BT bât 210/220): 3,39E-06

RU(Départ BT bât 250): 3,86E-09

RV(Départ BT bât 250): 5,56E-07

RU(Départ BT bât 305/310): 1,85E-08

RV(Départ BT bât 305/310): 2,66E-06

RU(Départ BT bât 510/512): 3,52E-09

RV(Départ BT bât 510/512): 5,06E-07

RU(Départ BT bât 135): 1,77E-09

RV(Départ BT bât 135): 2,54E-07

RU(Départ BT éclairage extérieur): 2,70E-09

RV(Départ BT éclairage extérieur): 3,89E-07

RU(Départ BT PB produits finis): 8,82E-10

RV(Départ BT PB produits finis): 1,27E-07

RU(Départ BT PB matières premières): 4,80E-10

RV(Départ BT PB matières premières): 6,91E-08

RU(Départ BT portail accès 1): 6,32E-10

RV(Départ BT portail accès 1): 9,10E-08

RU(Départ BT portail accès 2): 5,60E-10

RV(Départ BT portail accès 2): 8,06E-08

RU(Départ baie sécurité bât 210/220): 2,35E-08

RV(Départ baie sécurité bât 210/220): 3,39E-06

RU(Départ baie sécurité bât 250): 3,86E-09

RV(Départ baie sécurité bât 250): 5,56E-07

RU(Départ baie sécurité bât 305/310): 1,85E-08

RV(Départ baie sécurité bât 305/310): 2,66E-06

RU(Départ baie sécurité bât 510/512): 3,52E-09

RV(Départ baie sécurité bât 510/512): 5,06E-07

RU(Départ baie sécurité bât 135): 1,77E-09

RV(Départ baie sécurité bât 135): 2,54E-07

RU(Départ baie sécurité portail accès 1): 6,32E-10

RV(Départ baie sécurité portail accès 1): 9,10E-08

RU(Départ baie sécurité portail accès 2):

7,32E-10
RV(Départ baie sécurité portail accès 2):
1,05E-07
Total: 2,09E-05

Z2: Autour de l'ensemble
RA: 3,56E-06
Total: 3,56E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure
: 2,45E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 2,45E-05$ 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. Les composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Ensemble 240/300/400/500
RD = 20,8864 %
RI = 64,6091 %
Total = 85,4955 %
RS = 0,4456 %
RF = 85,0499 %
RO = 0 %
Total = 85,4955 %

Z2 - Autour de l'ensemble
RD = 14,5045 %
RI = 0 %
Total = 14,5045 %
RS = 14,5045 %
RF = 0 %
RO = 0 %
Total = 14,5045 %

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 - Ensemble 240/300/400/500 (85,4955 %)

- 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 = 24,4299 %
- dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RV dans les zones:
Z1 - Ensemble 240/300/400/500

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

- pour la composante du risque V:
1) Paratonnerre

- 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
- 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

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

- Pour la ligneLigne1 - Alim BT bât 210/220:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne2 - Alim BT bât 250:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne3 - Alim BT bât 305/310:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne4 - Alim BT bât 510/512:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne6 - Alim BT bât 135:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne7 - Alim BT écl.ext.:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne12 - Lignes comm. bât 210/220:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne13 - Lignes comm. bât 250:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne14 - Lignes comm bât 305/310:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligneLigne15 - Lignes comm. bât 510/512:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

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

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.

Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Ensemble 240/300/400/500

$Pa = 1,00E+00$

$Pb = 1,0$

Pc (Cellules HT) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT bât 210/220) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT bât 250) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT bât 305/310) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT bât 510/512) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT bât 135) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT éclairage extérieur) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT PB produits finis) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT PB matières premières) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT portail accès 1) = $1,00E+00$

Pc (Départ BT portail accès 2) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité bât 210/220) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité bât 250) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité bât 305/310) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité bât 510/512) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité bât 135) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité portail accès 1) = $1,00E+00$

Pc (Départ baie sécurité portail accès 2) = $1,00E+00$

$Pc = 1,00E+00$

Pm (Cellules HT) = $1,00E-04$

Pm (Départ BT bât 210/220) = $1,00E-04$

Pm (Départ BT bât 250) = $1,00E-04$

Pm (Départ BT bât 305/310) = $1,00E-04$

Pm (Départ BT bât 510/512) = $9,00E-03$

Pm (Départ BT bât 135) = $1,00E-04$

Pm (Départ BT éclairage extérieur) = $9,00E-03$

Pm (Départ BT PB produits finis) = $9,00E-03$

Pm (Départ BT PB matières premières) = $9,00E-03$

Pm (Départ BT portail accès 1) = $9,00E-03$

Pm (Départ BT portail accès 2) = $9,00E-03$

03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 210/220) =	Pv (Départ BT PB produits finis) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 250) =	Pw (Départ BT PB produits finis) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 305/310) =	Pz (Départ BT PB produits finis) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 510/512) =	Pu (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 135) =	Pv (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité portail accès 1) =	Pw (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité portail accès 2) =	Pz (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm = 1,11E-01	Pu (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pu (Cellules HT) = 1,00E+00	Pv (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pv (Cellules HT) = 1,00E+00	Pw (Départ BT portail accès 1) =
Pw (Cellules HT) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Cellules HT) = 2,00E-01	Pz (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pu (Départ BT bât 210/220) = 3,00E-02	Pu (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pv (Départ BT bât 210/220) = 3,00E-02	Pv (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pw (Départ BT bât 210/220) = 1,00E+00	Pw (Départ BT portail accès 2) =
Pz (Départ BT bât 210/220) = 4,00E-01	1,00E+00
Pu (Départ BT bât 250) = 3,00E-02	Pz (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pv (Départ BT bât 250) = 3,00E-02	Pu (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pw (Départ BT bât 250) = 1,00E+00	3,00E-02
Pz (Départ BT bât 250) = 4,00E-01	Pv (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pu (Départ BT bât 305/310) = 3,00E-02	3,00E-02
Pv (Départ BT bât 305/310) = 3,00E-02	Pw (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pw (Départ BT bât 305/310) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 305/310) = 4,00E-01	Pz (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pu (Départ BT bât 510/512) = 3,00E-02	1,00E+00
Pv (Départ BT bât 510/512) = 3,00E-02	Pu (Départ baie sécurité bât 250) = 3,00E-
Pw (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	02
Pz (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	Pv (Départ baie sécurité bât 250) = 3,00E-
Pu (Départ BT bât 135) = 3,00E-02	02
Pv (Départ BT bât 135) = 3,00E-02	Pw (Départ baie sécurité bât 250) =
Pw (Départ BT bât 135) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 135) = 4,00E-01	Pz (Départ baie sécurité bât 250) =
Pu (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
3,00E-02	Pu (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pv (Départ BT éclairage extérieur) =	3,00E-02
3,00E-02	Pv (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pw (Départ BT éclairage extérieur) =	3,00E-02
1,00E+00	Pw (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pz (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
1,00E+00	Pz (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pu (Départ BT PB produits finis) =	1,00E+00



Pu (Départ baie sécurité bât 510/512) = 3,00E-02
 Pv (Départ baie sécurité bât 510/512) = 3,00E-02
 Pw (Départ baie sécurité bât 510/512) = 1,00E+00
 Pz (Départ baie sécurité bât 510/512) = 1,00E+00
 Pu (Départ baie sécurité bât 135) = 3,00E-02
 Pv (Départ baie sécurité bât 135) = 3,00E-02
 Pw (Départ baie sécurité bât 135) = 1,00E+00
 Pz (Départ baie sécurité bât 135) = 1,00E+00
 Pu (Départ baie sécurité portail accès 1) = 1,00E+00
 Pv (Départ baie sécurité portail accès 1) = 1,00E+00
 Pw (Départ baie sécurité portail accès 1) = 1,00E+00
 Pz (Départ baie sécurité portail accès 1) = 1,00E+00
 Pu (Départ baie sécurité portail accès 2) = 1,00E+00
 Pv (Départ baie sécurité portail accès 2) = 1,00E+00
 Pw (Départ baie sécurité portail accès 2) = 1,00E+00
 Pz (Départ baie sécurité portail accès 2) = 1,00E+00
 ra = 0,01
 rp = 0,5
 rf = 0,001
 h = 2

Zone Z2: Autour de l'ensemble

Pa = 1,00E+00
 Pb = 1,0
 Pc = 1,00E+00
 Pm = 1,00E+00
 ra = 0,01
 rp = 1
 rf = 0
 h = 1

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Ensemble 240/300/400/500
 RB: 5,12E-06
 RU(Cellules HT): 3,13E-10
 RV(Cellules HT): 4,51E-08
 RU(Départ BT bât 210/220): 7,05E-10
 RV(Départ BT bât 210/220): 1,02E-07
 RU(Départ BT bât 250): 1,16E-10
 RV(Départ BT bât 250): 1,67E-08
 RU(Départ BT bât 305/310): 5,55E-10
 RV(Départ BT bât 305/310): 7,99E-08
 RU(Départ BT bât 510/512): 1,05E-10
 RV(Départ BT bât 510/512): 1,52E-08
 RU(Départ BT bât 135): 5,30E-11
 RV(Départ BT bât 135): 7,63E-09
 RU(Départ BT éclairage extérieur): 8,11E-11
 RV(Départ BT éclairage extérieur): 1,17E-08
 RU(Départ BT PB produits finis): 8,82E-10
 RV(Départ BT PB produits finis): 1,27E-07
 RU(Départ BT PB matières premières): 4,80E-10
 RV(Départ BT PB matières premières): 6,91E-08
 RU(Départ BT portail accès 1): 6,32E-10
 RV(Départ BT portail accès 1): 9,10E-08
 RU(Départ BT portail accès 2): 5,60E-10
 RV(Départ BT portail accès 2): 8,06E-08
 RU(Départ baie sécurité bât 210/220): 7,05E-10
 RV(Départ baie sécurité bât 210/220): 1,02E-07
 RU(Départ baie sécurité bât 250): 1,16E-10
 RV(Départ baie sécurité bât 250): 1,67E-08
 RU(Départ baie sécurité bât 305/310): 5,55E-10
 RV(Départ baie sécurité bât 305/310): 7,99E-08
 RU(Départ baie sécurité bât 510/512): 1,05E-10
 RV(Départ baie sécurité bât 510/512):

1,52E-08
 RU(Départ baie sécurité bât 135): 5,30E-11
 RV(Départ baie sécurité bât 135): 7,63E-09
 RU(Départ baie sécurité portail accès 1): 6,32E-10
 RV(Départ baie sécurité portail accès 1): 9,10E-08
 RU(Départ baie sécurité portail accès 2): 7,32E-10
 RV(Départ baie sécurité portail accès 2): 1,05E-07
 Total: 6,19E-06

Z2: Autour de l'ensemble
 RA: 3,56E-06
 Total: 3,56E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 9,75E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçues), 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: se référer à l'annexe
 d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)
 Blindage de structure :Aucun bouclier
 équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,8

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alim BT bât 210/220
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
 Énergie enterrée
 Longueur (m) Lc = 15
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 72,74 B (m): 31,39 H (m): 35
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT bât 250
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
 Énergie enterrée
 Longueur (m) Lc = 15
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 26,75 B (m): 16,79 H (m): 14
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT bât 305/310
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
 Énergie enterrée
 Longueur (m) Lc = 40
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): urbain (10 <h <20 m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 30,89 B (m): 21,4 H (m): 35
 Facteur d'emplacement de la structure

adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT bât 510/512
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 70$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 87,32 B (m): 27 H (m): 7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Arrivée HT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
Longueur (m) $L_c = 500$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 20 B (m): 12 H (m): 4
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT bât 135
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 100$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 38 B (m): 13 H (m): 7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT écl.ext.
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 1000$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 0,5 B (m): 0,5 H (m): 8
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Alim BT pont basc. prod. finis
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 300$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Alim BT pont basc. mat. prem.
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 100$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Alim BT portail accès 1

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 150$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 15 B (m): 1 H (m): 2,5
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Alim BT portail accès 2
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 200$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): rurale
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 15 B (m): 1 H (m): 2,5
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. bât 210/220
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) $L_c = 15$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 72,74 B (m): 31,39 H (m): 35
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. bât 250
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 15$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 26,75 B (m): 16,79 H (m): 14
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm bât 305/310

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) $L_c = 40$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): urbain ($10 < h < 20$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 30,89 B (m): 21,4 H (m): 35
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. bât 510/512

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) $L_c = 70$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 87,32 B (m): 27 H (m): 7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. bât 135

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 38 B (m): 13 H (m): 7
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. portail accès 1
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
 Longueur (m) $L_c = 150$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): rurale
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 15 B (m): 1 H (m): 2,5
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

Caractéristiques des lignes: Lignes comm. portail accès 2
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
 Longueur (m) $L_c = 200$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): rurale
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 15 B (m): 1 H (m): 2,5
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Ensemble 240/300/400/500
 Type de zone: Intérieur
 Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)
 Risque d'incendie: faible ($r_f = 0,001$)

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

Réseaux interneCellules HT
 Connecté à la ligne Arrivée HT
 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 interneDépart BT bât 210/220
 Connecté à la ligne Alim BT bât 210/220
 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 interneDépart BT bât 250
 Connecté à la ligne Alim BT bât 250
 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 interneDépart BT bât 305/310
 Connecté à la ligne Alim BT bât 305/310
 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 interneDépart BT bât 510/512
 Connecté à la ligne Alim BT bât 510/512
 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 interneDépart BT bât 135

135 Connecté à la ligne Alim BT bât
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT éclairage extérieur
Connecté à la ligne Alim BT écl.ext.
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT PB produits finis
Connecté à la ligne Alim BT pont basc. prod. finis
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT PB matières premières
Connecté à la ligne Alim BT pont basc. mat. prem.
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT portail accès 1
Connecté à la ligne Alim BT portail accès 1
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart BT portail accès 2
Connecté à la ligne Alim BT portail accès 2
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau:

aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité bât 210/220
Connecté à la ligne Lignes comm. bât 210/220
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité bât 250
Connecté à la ligne Lignes comm. bât 250
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité bât 305/310
Connecté à la ligne Lignes comm. bât 305/310
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité bât 510/512
Connecté à la ligne Lignes comm. bât 510/512
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité bât 135
Connecté à la ligne Alim BT bât 135
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité portail accès 1
Connecté à la ligne Lignes comm.



portail accès 1
câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau:
aucun (Pspd =1)
Réseaux interneDépart baie sécurité portail
accès 2
Connecté à la ligne Lignes comm.
portail accès 2
câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
Tension de tenue: 1,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau:
aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la
zone:Ensemble 240/300/400/500
Pertes dues aux tensions de contact (liées à
R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques
(liées à R1) Lf =0,144

Risque et composantes du risque pour la
zone:Ensemble 240/300/400/500
Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Autour de
l'ensemble
Type de zone: Extérieur
Type de surface: Herbe (ra = 0,01)
Mesures de protection pour réduire les
tensions de pas et de contact: aucune des
mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la
zone:Autour de l'ensemble
Pertes dues aux tensions de pas et de
contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la
zone:Autour de l'ensemble
Risque 1: Ra

APPENDICE - Évaluation de la charge spécifique incendie

Zone Z1 - Ensemble 240/300/400/500
Surface totale de la structure: 16820 m²

production de fibres synthétiques
340 MJ/m² - zone: 16820 m²

Charge spécifique incendie (MJ/m²): 340,0
Risque d'incendie: faible

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de
foudre directes sur la structure Ad =8,89E-
02 km²

Surface d'exposition due aux coups de
foudre à proximité de la structure Am
=3,95E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux à
cause des coups de foudre directes sur la
structure Nd =3,56E-02

Nombre annuel d'événements dangereux
en raison de coups de foudre à proximité
de la structure Nm =2,80E-01

Lignes électriques

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

Alim BT bât 210/220
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,003769 km²

Alim BT bât 250
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,003769 km²

Alim BT bât 305/310
Al = 0,000000 km²
Ai = 0,010050 km²

Alim BT bât 510/512



Al = 0,000492 km²

Ai = 0,017587 km²

Arrivée HT

Al = 0,004904 km²

Ai = 0,125623 km²

Alim BT bât 135

Al = 0,000794 km²

Ai = 0,025125 km²

Alim BT écl.ext.

Al = 0,009809 km²

Ai = 0,251247 km²

Alim BT pont basc. prod. finis

Al = 0,002925 km²

Ai = 0,075374 km²

Alim BT pont basc. mat. prem.

Al = 0,000915 km²

Ai = 0,025125 km²

Alim BT portail accès 1

Al = 0,001432 km²

Ai = 0,037687 km²

Alim BT portail accès 2

Al = 0,001935 km²

Ai = 0,050249 km²

Lignes comm. bât 210/220

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,003769 km²

Lignes comm. bât 250

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,003769 km²

Lignes comm bât 305/310

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,010050 km²

Lignes comm. bât 510/512

Al = 0,000492 km²

Ai = 0,017587 km²

Lignes comm. bât 135

Al = 0,000794 km²

Ai = 0,025125 km²

Lignes comm. portail accès 1

Al = 0,001432 km²

Ai = 0,037687 km²

Lignes comm. portail accès 2

Al = 0,001935 km²

Ai = 0,050249 km²

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

Alim BT bât 210/220

NI = 0,000000

Ni = 0,000301

Alim BT bât 250

NI = 0,000000

Ni = 0,000301

Alim BT bât 305/310

NI = 0,000000

Ni = 0,000804

Alim BT bât 510/512

NI = 0,000098

Ni = 0,007035

Arrivée HT

NI = 0,000196

Ni = 0,010050

Alim BT bât 135

NI = 0,000159

Ni = 0,010050

Alim BT écl.ext.

NI = 0,001962

Ni = 0,100499

Alim BT pont basc. prod. finis

NI = 0,000585

Ni = 0,060299

Alim BT pont basc. mat. prem.

NI = 0,000183



Ni = 0,020100

Alim BT portail accès 1

Nl = 0,000286

Ni = 0,030150

Alim BT portail accès 2

Nl = 0,000387

Ni = 0,040200

Lignes comm. bât 210/220

Nl = 0,000000

Ni = 0,000301

Lignes comm. bât 250

Nl = 0,000000

Ni = 0,000301

Lignes comm bât 305/310

Nl = 0,000000

Ni = 0,000804

Lignes comm. bât 510/512

Nl = 0,000098

Ni = 0,007035

Lignes comm. bât 135

Nl = 0,000159

Ni = 0,010050

Lignes comm. portail accès 1

Nl = 0,000286

Ni = 0,030150

Lignes comm. portail accès 2

Nl = 0,000387

Ni = 0,040200

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Ensemble 240/300/400/500

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

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

Pc (Départ BT bât 210/220) = 1,00E+00

Pc (Départ BT bât 250) = 1,00E+00

Pc (Départ BT bât 305/310) = 1,00E+00

Pc (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00

Pc (Départ BT bât 135) = 1,00E+00

Pc (Départ BT éclairage extérieur) =
1,00E+00

Pc (Départ BT PB produits finis) =
1,00E+00

Pc (Départ BT PB matières premières) =
1,00E+00

Pc (Départ BT portail accès 1) =
1,00E+00

Pc (Départ BT portail accès 2) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité bât 210/220) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité bât 250) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité bât 305/310) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité bât 510/512) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité bât 135) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité portail accès 1) =
1,00E+00

Pc (Départ baie sécurité portail accès 2) =
1,00E+00

Pc = 1,00E+00

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

Pm (Départ BT bât 210/220) = 1,00E-04

Pm (Départ BT bât 250) = 1,00E-04

Pm (Départ BT bât 305/310) = 1,00E-04

Pm (Départ BT bât 510/512) = 9,00E-03

Pm (Départ BT bât 135) = 1,00E-04

Pm (Départ BT éclairage extérieur) =
9,00E-03

Pm (Départ BT PB produits finis) =
9,00E-03

Pm (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03

Pm (Départ BT portail accès 1) = 9,00E-
03

Pm (Départ BT portail accès 2) = 9,00E-
03

Pm (Départ baie sécurité bât 210/220) =
9,00E-03

Pm (Départ baie sécurité bât 250) =
9,00E-03

Pm (Départ baie sécurité bât 305/310) =

9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 510/512) =	Pu (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité bât 135) =	Pv (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité portail accès 1) =	Pw (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm (Départ baie sécurité portail accès 2) =	Pz (Départ BT PB matières premières) =
9,00E-03	1,00E+00
Pm = 1,11E-01	Pu (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pu (Cellules HT) = 1,00E+00	Pv (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pv (Cellules HT) = 1,00E+00	Pw (Départ BT portail accès 1) =
Pw (Cellules HT) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Cellules HT) = 2,00E-01	Pz (Départ BT portail accès 1) = 1,00E+00
Pu (Départ BT bât 210/220) = 1,00E+00	Pu (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pv (Départ BT bât 210/220) = 1,00E+00	Pv (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pw (Départ BT bât 210/220) = 1,00E+00	Pw (Départ BT portail accès 2) =
Pz (Départ BT bât 210/220) = 4,00E-01	1,00E+00
Pu (Départ BT bât 250) = 1,00E+00	Pz (Départ BT portail accès 2) = 1,00E+00
Pv (Départ BT bât 250) = 1,00E+00	Pu (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pw (Départ BT bât 250) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 250) = 4,00E-01	Pv (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pu (Départ BT bât 305/310) = 1,00E+00	1,00E+00
Pv (Départ BT bât 305/310) = 1,00E+00	Pw (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pw (Départ BT bât 305/310) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 305/310) = 4,00E-01	Pz (Départ baie sécurité bât 210/220) =
Pu (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	1,00E+00
Pv (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	Pu (Départ baie sécurité bât 250) =
Pw (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 510/512) = 1,00E+00	Pv (Départ baie sécurité bât 250) =
Pu (Départ BT bât 135) = 1,00E+00	1,00E+00
Pv (Départ BT bât 135) = 1,00E+00	Pw (Départ baie sécurité bât 250) =
Pw (Départ BT bât 135) = 1,00E+00	1,00E+00
Pz (Départ BT bât 135) = 4,00E-01	Pz (Départ baie sécurité bât 250) =
Pu (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
1,00E+00	Pu (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pv (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
1,00E+00	Pv (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pw (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
1,00E+00	Pw (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pz (Départ BT éclairage extérieur) =	1,00E+00
1,00E+00	Pz (Départ baie sécurité bât 305/310) =
Pu (Départ BT PB produits finis) =	1,00E+00
1,00E+00	Pu (Départ baie sécurité bât 510/512) =
Pv (Départ BT PB produits finis) =	1,00E+00
1,00E+00	Pv (Départ baie sécurité bât 510/512) =
Pw (Départ BT PB produits finis) =	1,00E+00
1,00E+00	Pw (Départ baie sécurité bât 510/512) =
Pz (Départ BT PB produits finis) =	1,00E+00



Pz (Départ baie sécurité bât 510/512) =
1,00E+00

Pu (Départ baie sécurité bât 135) =
1,00E+00

Pv (Départ baie sécurité bât 135) =
1,00E+00

Pw (Départ baie sécurité bât 135) =
1,00E+00

Pz (Départ baie sécurité bât 135) =
1,00E+00

Pu (Départ baie sécurité portail accès 1) =
1,00E+00

Pv (Départ baie sécurité portail accès 1) =
1,00E+00

Pw (Départ baie sécurité portail accès 1) =
1,00E+00

Pz (Départ baie sécurité portail accès 1) =
1,00E+00

Pu (Départ baie sécurité portail accès 2) =
1,00E+00

Pv (Départ baie sécurité portail accès 2) =
1,00E+00

Pw (Départ baie sécurité portail accès 2) =
1,00E+00

Pz (Départ baie sécurité portail accès 2) =
1,00E+00

Zone Z2: Autour de l'ensemble

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroisement

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

$$N_g = 0,8 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alim BT
- Ligne Telecom: Lignes comm.

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Bâtiment 210/220
Z2: Autour du bâtiment

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

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

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

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 par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* . Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Bâtiment 210/220
RB: 4,27E-07
RU(Armoire BT): 7,02E-08
RV(Armoire BT): 2,39E-06
RU(Baie signal): 7,02E-08
RV(Baie signal): 2,39E-06
Total: 5,35E-06

Z2: Autour du bâtiment
RA: 1,26E-09
Total: 1,26E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,35E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 5,35E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 5,35E-06$ 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: se référer à l'annexe
d'emplacement: Entouré d'objets plus petits
(Cd = 0,5)
Blindage de structure :Aucun bouclier
équivalence de foudroiement (1/km² an) Ng =
0,8

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alim BT
L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 15
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré
d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): urbain (10
<h <20 m)
Dimensions de la structure adjacente: A
(m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25
Facteur d'emplacement de la structure
adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm.
L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne: Signal
enterrée
Longueur (m) Lc = 15
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré

d'objets plus hauts

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

Dimensions de la structure adjacente: A
(m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiment
210/220

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interne Armoire BT

Connecté à la ligne Alim BT

câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 0,5 m² ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 2,5 kV

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

Réseaux interne Baie signal

Connecté à la ligne Lignes comm.

câblage: superficie de boucle de
l'ordre de 0,5 m² ($K_{s3} = 0,02$)

Tension de tenue: 1,5 kV

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

Valeur moyenne des pertes pour la
zone: Bâtiment 210/220

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

Pertes en raison des dommages physiques
(liées à R1) $L_f = 0,034$

Risque et composantes du risque pour la



zone: Bâtiment 210/220

Risque 1: Rb Ru Rv

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,003769 \text{ km}^2$

Caractéristiques de la zone: Autour du bâtiment

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ($r_a = 0,00001$)

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

Lignes comm.

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,003769 \text{ km}^2$

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

Valeur moyenne des pertes pour la

zone: Autour du bâtiment

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R_1) $L_t = 0,01$

Alim BT

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,000301$

Risque et composantes du risque pour la

zone: Autour du bâtiment

Risque 1: R_a

Lignes comm.

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,000301$

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,14E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,55E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,26E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,91E-01$

Lignes électriques

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

Alim BT

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiment 210/220

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

P_c (Baie signal) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

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

P_m (Baie signal) = $9,00E-03$

$P_m = 9,10E-03$

P_u (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_v (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_w (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_z (Armoire BT) = $4,00E-01$

P_u (Baie signal) = $1,00E+00$

P_v (Baie signal) = $1,00E+00$

P_w (Baie signal) = $1,00E+00$

P_z (Baie signal) = $1,00E+00$

Zone Z2: Autour du bâtiment

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroisement

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

$$N_g = 0,8 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alim BT
- Ligne Telecom: Lignes comm.

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

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Bâtiment 250

Z2: Autour du bâtiment

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

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

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

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 par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* . Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Bâtiment 250

RB: 6,56E-08

RU(Armoire BT): 7,02E-08

RV(Armoire BT): 2,39E-06

RU(Baie lignes comm.): 7,02E-08

RV(Baie lignes comm.): 2,39E-06

Total: 4,99E-06

Z2: Autour du bâtiment

RA: 1,93E-10

Total: 1,93E-10

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

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 4,99E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 4,99E-06$ 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: se référer à l'annexe
d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts
(Cd = 0,25)
Blindage de structure :Aucun bouclier
équivalence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) Ng =
0,8

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alim BT
L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) Lc = 15
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré
d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): urbain (10
<h <20 m)
Dimensions de la structure adjacente: A
(m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25
Facteur d'emplacement de la structure
adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm.
L'ensemble de la ligne a des
caractéristiques uniformes. de ligne: Signal
enterrée
Longueur (m) Lc = 15
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré

d'objets plus hauts

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

Dimensions de la structure adjacente: A
(m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Autour du
bâtiment

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ($r_a = 0,00001$)

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

Valeur moyenne des pertes pour la
zone: Autour du bâtiment

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

Risque et composantes du risque pour la
zone: Autour du bâtiment

Risque 1: Ra

Caractéristiques de la zone: Bâtiment 250

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interne Armoire BT

Connecté à la ligne Alim BT

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 (Pspd =1)

Réseaux interneBaie lignes comm.

Connecté à la ligne Lignes comm.

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bâtiment 250

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

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,034

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiment 250

Risque 1: Rb Ru Rv

Ai = 0,003769 km²

Lignes comm.

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,003769 km²

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

Alim BT

NI = 0,000000

Ni = 0,000301

Lignes comm.

NI = 0,000000

Ni = 0,000301

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =9,64E-03 km²

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =2,15E-01 km²

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =1,93E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,70E-01

Lignes électriques

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

Alim BT

Al = 0,000000 km²

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiment 250

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Armoire BT) = 1,00E+00

Pc (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Armoire BT) = 1,00E-04

Pm (Baie lignes comm.) = 9,00E-03

Pm = 9,10E-03

Pu (Armoire BT) = 1,00E+00

Pv (Armoire BT) = 1,00E+00

Pw (Armoire BT) = 1,00E+00

Pz (Armoire BT) = 4,00E-01

Pu (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pv (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pw (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pz (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Zone Z2: Autour du bâtiment

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiemment

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

$$N_g = 0,8 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alim BT
- Ligne Telecom: Lignes comm.

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: Bâtiments 305/310

Z2: Autour du bâtiment

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

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

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

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 par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* . Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Bâtiments 305/310

RB: 5,24E-07

RU(Baie lignes comm.): 2,81E-07

RV(Baie lignes comm.): 9,55E-06

RU(Armoire BT): 7,02E-08

RV(Armoire BT): 2,39E-06

Total: 1,28E-05

Z2: Autour du bâtiment

RA: 1,54E-09

Total: 1,54E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,28E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,28E-05$ 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 - Bâtiments 305/310

RD = 4,0851 %
 RI = 95,9029 %
 Total = 99,988 %
 RS = 2,7401 %
 RF = 97,2479 %
 RO = 0 %
 Total = 99,988 %

Z2 - Autour du bâtiment

RD = 0,012 %
 RI = 0 %
 Total = 0,012 %
 RS = 0,012 %
 RF = 0 %
 RO = 0 %
 Total = 0,012 %

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 - Bâtiments 305/310 (99,988 %)
- essentiellement due à dommages physiques
 - principalement en raison de coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
 - la principale contribution à la

valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RV (Baie lignes comm.) = 74,5392 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RV dans les zones:

Z1 - Bâtiments 305/310

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

- pour la composante du risque V:

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

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

- Pour la ligne Ligne2 - Lignes comm.:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

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

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.

Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Bâtiments 305/310

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 1,0$
 P_c (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$
 P_c (Armoire BT) = $1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 P_m (Baie lignes comm.) = $9,00E-03$
 P_m (Armoire BT) = $1,00E-04$
 $P_m = 9,10E-03$
 P_u (Baie lignes comm.) = $3,00E-02$
 P_v (Baie lignes comm.) = $3,00E-02$
 P_w (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$
 P_z (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$
 P_u (Armoire BT) = $1,00E+00$
 P_v (Armoire BT) = $1,00E+00$
 P_w (Armoire BT) = $1,00E+00$
 P_z (Armoire BT) = $4,00E-01$
 $r_a = 0,01$
 $r_p = 0,5$
 $r_f = 0,001$
 $h = 2$

Zone Z2: Autour du bâtiment

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 1,0$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m = 1,00E+00$
 $r_a = 0,00001$
 $r_p = 1$
 $r_f = 0$
 $h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Bâtiments 305/310
 RB: $5,24E-07$
 RU(Baie lignes comm.): $8,43E-09$
 RV(Baie lignes comm.): $2,87E-07$
 RU(Armoire BT): $7,02E-08$
 RV(Armoire BT): $2,39E-06$
 Total: $3,27E-06$

Z2: Autour du bâtiment
 RA: $1,54E-09$
 Total: $1,54E-09$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $3,27E-06$

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçues), 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: se référer à l'annexe
 d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)
 Blindage de structure :Aucun bouclier
 équence de foudrolement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,8$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alim BT
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
 Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 40$
 résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
 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): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm.

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

Longueur (m) $L_c = 40$

résistivité (ohm.m) $\rho = 101$

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

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

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Au sommet d'une colline

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiments 305/310

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

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

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

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

Réseaux interneBaie lignes comm.

Connecté à la ligne Lignes comm.

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 interneArmoire BT

Connecté à la ligne Alim BT

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 ($P_{spd} = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bâtiments 305/310

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

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,034$

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiments 305/310

Risque 1: R_b R_u R_v

Caractéristiques de la zone: Autour du bâtiment

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ($r_a = 0,00001$)

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

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Autour du bâtiment

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

Risque et composantes du risque pour la zone:Autour du bâtiment

Risque 1: R_a

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,85E-02 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,26E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 1,54E-02$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,65E-01$

Lignes électriques



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

Alim BT

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,010050 km²

Lignes comm.

Al = 0,000000 km²

Ai = 0,010050 km²

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

Alim BT

Nl = 0,000000

Ni = 0,000804

Lignes comm.

Nl = 0,000000

Ni = 0,000804

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiments 305/310

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pc (Armoire BT) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Baie lignes comm.) = 9,00E-03

Pm (Armoire BT) = 1,00E-04

Pm = 9,10E-03

Pu (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pv (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pw (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pz (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pu (Armoire BT) = 1,00E+00

Pv (Armoire BT) = 1,00E+00

Pw (Armoire BT) = 1,00E+00

Pz (Armoire BT) = 4,00E-01

Zone Z2: Autour du bâtiment

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

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

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroisement

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

$$N_g = 0,8 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Bureaux
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alim BT
- Ligne de puissance: Départ BT bornes
- Ligne Telecom: Lignes comm.

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: Bâtiments 510/512

Z2: Autour des bâtiments

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

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

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

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 par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* . Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN

62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*. Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Bâtiments 510/512

RB: 4,48E-06

RU(Armoire BT): 7,02E-08

RV(Armoire BT): 1,01E-04

RU(Départ bornes de charge): 2,91E-11

RV(Départ bornes de charge): 4,20E-08

RU(Baie lignes comm.): 7,02E-08

RV(Baie lignes comm.): 1,01E-04

Total: 2,07E-04

Z2: Autour des bâtiments

RA: 3,11E-10

Total: 3,11E-10

Valeur du risque total R1 pour la structure : 2,07E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 2,07E-04$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Les composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées

ci-dessous.

Z1 - Bâtiments 510/512

RD = 2,1626 %

RI = 97,8373 %

Total = 99,9999 %

RS = 0,0679 %

RF = 99,932 %

RO = 0 %

Total = 99,9999 %

Z2 - Autour des bâtiments

RD = 0,0002 %

RI = 0 %

Total = 0,0001 %

RS = 0,0002 %

RF = 0 %

RO = 0 %

Total = 0,0001 %

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 - Bâtiments 510/512 (99,9999 %)

- essentiellement due à dommages physiques

- principalement en raison de coups

de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement

- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RV (Armoire BT) =

48,8746 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

RV (Baie lignes comm.) =

48,8746 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RV dans les zones:

Z1 - Bâtiments 510/512

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

- pour la composante du risque V:

1) Paratonnerre

2) Parafoudre à l'entrée de la ligne

3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques

4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

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

- Pour la ligne Ligne1 - Alim BT:

- Parafoudre d'entrée - niveau: IV

- Pour la ligne Ligne3 - Lignes comm.:

- Parafoudre d'entrée - niveau: II

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

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.

Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérées ci-dessous.

Zone Z1: Bâtiments 510/512

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

P_c (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_c (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Armoire BT) = $9,00E-03$

P_m (Départ bornes de charge) = $9,00E-03$

P_m (Baie lignes comm.) = $9,00E-03$

$P_m = 2,68E-02$

P_u (Armoire BT) = $3,00E-02$

P_v (Armoire BT) = $3,00E-02$

P_w (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_z (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_u (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_v (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_w (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_z (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_u (Baie lignes comm.) = $2,00E-02$

P_v (Baie lignes comm.) = $2,00E-02$

P_w (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$

P_z (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,5$

$r_f = 0,01$

$h = 2$

Zone Z2: Autour des bâtiments

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

$r_a = 0,00001$

$r_p = 1$

$r_f = 0$

$h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque

pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Bâtiments 510/512

RB: $4,48E-06$

RU(Armoire BT): $2,11E-09$

RV(Armoire BT): $3,03E-06$

RU(Départ bornes de charge): $2,91E-11$

RV(Départ bornes de charge): $4,20E-08$

RU(Baie lignes comm.): $1,40E-09$

RV(Baie lignes comm.): $2,02E-06$

Total: $9,58E-06$

Z2: Autour des bâtiments

RA: $3,11E-10$

Total: $3,11E-10$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $9,58E-06$

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: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 0,8$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alim BT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 70$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Départ BT bornes
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne:
Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 20$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 0,5 B (m): 0,5 H (m): 1,5
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Lignes comm.
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
Longueur (m) $L_c = 70$
résistivité (ohm.m) $\rho = 101$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 300 B (m): 63,5 H (m): 45,25
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des

zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiments 510/512
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton ($\mu = 0,01$)
Risque d'incendie: ordinaire ($r_f = 0,01$)
Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)
Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneArmoire BT
Connecté à la ligne Alim BT
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 interneDépart bornes de charge
Connecté à la ligne Départ BT bornes
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 interneBaie lignes comm.
Connecté à la ligne Lignes comm.
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:Bâtiments 510/512
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R_1) $L_t = 0,0001$
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R_1) $L_f = 0,144$

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiments 510/512
Risque 1: R_b R_u R_v

Caractéristiques de la zone: Autour des bâtiments

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Asphalte ($r_a = 0,00001$)

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

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Autour des bâtiments

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R_1) $L_t = 0,01$

Risque et composantes du risque pour la zone: Autour des bâtiments

Risque 1: R_a

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 7,77E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,54E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 3,11E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,00E-01$

Lignes électriques

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

Alim BT

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,017587 \text{ km}^2$

Départ BT bornes

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,005025 \text{ km}^2$

Lignes comm.

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,017587 \text{ km}^2$

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

Alim BT

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,007035$

Départ BT bornes

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,002010$

Lignes comm.

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,007035$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiments 510/512

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

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

P_c (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_c (Baie lignes comm.) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Armoire BT) = $9,00E-03$

P_m (Départ bornes de charge) = $9,00E-03$

P_m (Baie lignes comm.) = $9,00E-03$

$P_m = 2,68E-02$

P_u (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_v (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_w (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_z (Armoire BT) = $1,00E+00$

P_u (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_v (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$

P_w (Départ bornes de charge) = $1,00E+00$



Pz (Départ bornes de charge) = 1,00E+00
Pu (Baie lignes comm.) = 1,00E+00
Pv (Baie lignes comm.) = 1,00E+00
Pw (Baie lignes comm.) = 1,00E+00
Pz (Baie lignes comm.) = 1,00E+00

Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00

Zone Z2: Autour des bâtiments



Annexe 6 : Glossaire

Blessures d'êtres vivants : blessures, y compris blessures entraînant la mort, de personnes ou d'animaux dues aux tensions de contact et de pas causées par la foudre.

Canalisations : canalisations destinées à transporter un fluide en entrée ou en sortie d'une structure, par exemple tuyaux de gaz, d'eau ou d'huile.

Canalisations électriques : lignes de transmission amenant l'énergie électrique dans une structure pour alimenter les matériels électriques et électroniques qui s'y trouvent, par exemple canalisations d'alimentation à basse tension ou à haute tension.

Chocs : onde transitoire se manifestant sous la forme de surtensions et/ou de surintensités.

NOTE – Les chocs causés par l'IMF peuvent provenir des courants de foudre (partiels), des effets inductifs dans des boucles dans l'installation et se manifester comme la surtension résiduelle en aval des parafoudres.

Composante du risque (R_x) : risque partiel qui dépend de la source et du type de dommage.

Coup de foudre frappant un objet : coup de foudre frappant un objet à protéger.

Coup de foudre frappant à proximité d'un objet : coup de foudre frappant suffisamment près d'un objet à protéger pour pouvoir causer des surtensions dangereuses.

Défaillance des réseaux électriques et électroniques : dommage permanent des réseaux électriques et électroniques dû aux IMF.

Dommage physique : dommages touchant la structure ou son contenu et dus aux effets mécaniques, thermiques, chimiques et explosifs de la foudre.

Environnement rural : zone présentant une faible densité de bâtiments.

NOTE – La campagne constitue un exemple d'environnement rural.

Environnement suburbain : zone présentant une densité moyenne de bâtiments.

NOTE – Les zones à la périphérie immédiate des villes constituent un exemple d'environnement suburbain.

Environnement urbain : zone présentant une forte densité de bâtiments avec une population importante et des immeubles élevés.

NOTE – Un centre-ville constitue un exemple d'environnement urbain.

Événement dangereux : coup de foudre frappant un objet à protéger ou à proximité d'un tel objet.

Impulsion électromagnétique de foudre (IMF) : effets électromagnétiques du courant de foudre.

NOTE – Elle comprend les surtensions conduites ainsi que les effets des champs électromagnétiques rayonnés.

Mesures de protection : mesures à adopter dans l'objet à protéger pour réduire le risque dû à la foudre.

Niveau de protection (NP) : nombre lié à un ensemble de valeurs de paramètres du courant de foudre quant à la probabilité selon laquelle les valeurs de conception associées maximales et minimales ne seront pas dépassées lorsque la foudre apparaît de manière naturelle.

NOTE – Le niveau de protection contre la foudre est utilisé pour concevoir des mesures de protection selon le jeu approprié de paramètres du courant de foudre.

Nœud : point d'une ligne d'un service où la propagation d'un choc peut être négligée.

NOTE – Des exemples de nœuds sont un point de connexion d'un transformateur HT/BT ou d'un multiplexeur d'une ligne de communication ou encore un parafoudre mis en œuvre sur une ligne en conformité avec la CEI 62305-5.

Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure (N_D) : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur une structure.

Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service (N_L) : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre sur un service.



Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'une structure

(N_M) : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre à proximité d'une structure.

Nombre d'événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service (N_i) : nombre annuel moyen prévisible de coups de foudre à proximité d'un service.

Objet à protéger : structure ou service à protéger contre les effets de la foudre.

Parafoudre : dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de choc Il comprend au moins un composant non linéaire.

Parafoudre Type 1 : Type 1 selon NF EN 61643-11 pour réseau de puissance ou équivalent (testé en 10/350) selon NF EN 61643-21 pour signaux (D1).

Parafoudre Type 2 : Type 2 selon NF EN 61643-11 pour réseau de puissance ou équivalent (testé en 8/20) selon NF EN 61643-21 pour signaux (C2).

Parafoudres coordonnés : parafoudres coordonnés choisis et installés de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Perte (L_x) : montant moyen de pertes (personnes et biens) consécutif à un type spécifique de dommage dû à un événement dangereux, par rapport à la valeur (personnes et biens) de l'objet à protéger.

Probabilité de dommage (P_x) : probabilité pour qu'un coup de foudre cause un dommage à un objet à protéger.

PTS : paratonnerre à tige simple.

PDA : paratonnerre à dispositif d'amorçage.

RAS : rien à signaler ou spécifier.

Réseaux de communication : support de transmission destiné à la communication entre des équipements qui peuvent être situés dans des structures séparées, comme les lignes téléphoniques et les lignes pour la transmission de données.

Réseau électrique : réseau comportant des composants de puissance à basse tension et éventuellement des composants électroniques.

Réseau électronique : système comportant des composants électroniques sensibles tels que les matériels de communication, les ordinateurs, les systèmes de commande et de mesure, les systèmes radios et les installations d'électronique de puissance.

Réseau interne : réseaux électriques et électroniques à l'intérieur d'une structure.

Risque (R) : valeur de la perte annuelle moyenne probable (personnes et biens) due à la foudre, par rapport à la valeur totale (personnes et biens) de l'objet à protéger.

Risque tolérable (R_T) : valeur maximale du risque qui peut être tolérée par l'objet à protéger.

Service à protéger : service pénétrant dans une structure pour lequel la protection contre les effets de la foudre est exigée conformément à la présente norme.

NOTE – Le service à protéger comprend les connexions physiques entre :

- le local contenant l'autocommutateur et le local de l'utilisateur ou deux locaux contenant un autocommutateur et deux locaux d'utilisateur, pour les réseaux de communication ;
- le local contenant l'autocommutateur ou le local de l'utilisateur et un nœud du réseau de distribution ou entre deux nœuds du réseau de distribution, pour les réseaux de communication ;
- le poste haute tension et le local de l'utilisateur, pour les réseaux d'énergie ;
- le poste de distribution et le local de l'utilisateur, pour les canalisations.

Structure à protéger : structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée conformément au présent guide.

NOTE – Une structure à protéger peut faire partie d'une structure de plus grandes dimensions.



Structures avec risque d'explosion : structures contenant des zones dangereuses comme cela est déterminé dans la CEI 60079-10 et la CEI 61241-3.

NOTE – Pour les besoins de l'UTE C 17-100-2, seules les structures comportant des zones dangereuses de type 0 ou contenant des matériaux explosifs solides sont prises en considération.

Structures dangereuses pour l'environnement : structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques et radioactives à la suite d'un foudroiement ; par exemple installations chimiques, pétrochimiques, nucléaires, etc.

Système de protection contre la foudre (SPF) : installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre.

Système de protection contre l'IMF (SPI) : installation complète de mesures de protection contre l'IMF pour les réseaux internes.

Tension assignée de tenue aux chocs (U_w) : valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la tenue spécifiée de son isolation contre les surtensions transitoires.

NOTE – Pour les besoins de l'UTE C 17-100-2, seule la tension de tenue en mode commun est prise en compte.

U_c : Tension maximale à 50Hz que peut supporter le parafoudre en permanence. En régime TT (ou TN) cette valeur doit être supérieure ou égale à $1,45.U_o$; cette valeur est supérieure ou égale à $1,732.U_o$ en régime IT.

U_p : Niveau de protection du parafoudre, cette valeur doit être inférieure ou égale à la tension de tenue de choc U_{tc} du matériel électrique à protéger.

I_{max} : Courant de décharge maximal que peut écouler le parafoudre une seule fois sans dommage. Cette valeur est mesurée à partir de l'onde d'essai 8/20 μ s.

I_n : Courant de décharge nominal que peut écouler le parafoudre 20 fois. Cette valeur est mesurée à partir de l'onde d'essai 8/20 μ s.

I_{imp} : Courant de foudre maximal que peut écouler le parafoudre. Cette valeur est mesurée à partir de l'onde d'essai 10/350 μ s.

Zone d'une structure (Z_s) : partie d'une structure dont les caractéristiques sont homogènes dans laquelle un seul jeu de paramètres est utilisé pour l'évaluation d'une composante du risque.

Zone de protection foudre (ZPF) : zone dans laquelle l'environnement électromagnétique de foudre est défini.