

Rapport d'avis technique



VIRTUO

Parc d'activité de la Bruyères
28200 CHATEAUDUN

PROTECTION CONTRE LA Foudre

ANALYSE DU RISQUE Foudre (ARF)

Nature de la mission : Analyse du Risque Foudre
Définition des besoins de protection contre la foudre selon la norme
NF EN 62305-2 en application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

ARF pour
VIRTUO
Parc d'activité de la BRUYERES

28200 CHATEAUDUN

Mission réalisée le 29/03/2021

N° D'AFFAIRE : 2101E14Q2000052
DESIGNATION : Analyse du Risque Foudre
N° INTERVENTION : 962SA2103000000979

DATE DU RAPPORT : 29/03/2021.
REFERENCE DU RAPPORT : [962SA/21/1262]

V 10 ARF ICPE

AGENCE Equipements de TOURS
2, allée du petit Cher
BP 40155 – 37551 SAINT AVERTIN Cedex
Tél. : 02 47 70 40 30 - Fax : 02 47 70 40 01
Email : nicolas.houdayer@socotec.com



SOCOTEC Equipements - Société par actions simplifiée au capital de 8 500 100 euros - 834 096 695
R.C.S. Versailles - Siège social : Mirabeau - 5, place des Frères Montgolfier CS 20732 0 - Guyancourt -
78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex - FRANCE - www.socotec.fr

Rév.	Date	Nb pages	Nature de la modification	
A	29/03/21	36	Version initiale du document	
			Rédacteur	Vérificateur
			N.HOUDAYER	C.CHOPIN
			Nom	
			Qualité	
			Intervenant certifié QUALIFOUDRE en ARF	Intervenant certifié QUALIFOUDRE en ARF
			Date	
			03/05/2021	03/05/2021

AVANT PROPOS

Notre mission d'analyse du risque foudre concerne exclusivement les installations soumises à autorisation au titre de la législation des installations classées sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes, conformément à la section III, de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1].

Les éléments retenus (structures et lignes) dans la présente ARF sont ceux en lien avec un danger identifié pour lequel la foudre est un événement initiateur ou aggravant. En conséquence, les autres éléments ne sont pas pris en compte dans l'évaluation normative [3].

Il appartient au destinataire de cette analyse de risque, de vérifier que l'ensemble des hypothèses prises en compte pour la réalisation des calculs de niveau de protection est juste et que la liste des dangers retenus est exhaustive.

Limites de la prestation :

L'Analyse du Risque Foudre (ARF) est la première étape qui conduit à une protection contre les effets de la foudre d'une structure. Elle est suivie par une étude technique qui définit précisément les caractéristiques des protections foudres et leur modalité d'installation, et la notice de vérification et maintenance.

L'étude technique et la rédaction de la notice de vérification et maintenance ne font pas l'objet du présent rapport.

La vérification de la conformité des protections existantes sur le site n'est pas réalisée lors de la mission d'ARF.

SOMMAIRE

OBJET DU RAPPORT	4
DOCUMENTS UTILISES pour l'analyse	4
METHODE D'ANALYSE	4
PRESENTATION DU SITE.....	5
1. Activité de l'établissement.....	5
2. Spécificité locale.....	5
3. Scénario retenu vis-à-vis du risque foudre	5
Cellule N°1	6
1. Descriptif de la structure	6
2. Principaux paramètres d'évaluation	6
3. Descriptif de la protection en place	7
4. Zones électromagnétiques dans la structure	7
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment.....	7
Cellule N°2	9
1. Descriptif de la structure	9
2. Principaux paramètres d'évaluation	9
3. Descriptif de la protection en place	10
4. Zones électromagnétiques dans la structure	10
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment.....	10
Bâtiment administratif	12
1. Descriptif de la structure	12
2. Principaux paramètres d'évaluation	12
3. Descriptif de la protection en place	13
4. Zones électromagnétiques dans la structure	13
5. Résultat de l'analyse du risque foudre pour ce bâtiment.....	13
SYNTHESE DES RESULTATS	14

OBJET DU RAPPORT

La mission confiée à SOCOTEC a pour objet la réalisation une analyse du risque foudre (ARF) visée à l'article 18 de l'arrêté du 4 octobre 2010 [1] et, à ce titre, l'ARF prend en compte le risque de perte de vie humaine et les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

Ce rapport d'ARF identifie les équipements et installations pour lesquels une protection doit être assurée. L'évaluation des risques conduit à définir les niveaux de protection nécessaires aux installations.

DOCUMENTS UTILISES POUR L'ANALYSE

Désignation	Date	Référence
Scénarios d'accidents issus de l'Etude De Dangers.	03/2020	2101E14Q2000052
Dossier de présentation VIRTUO	12/2020	
Plan superposition projetée (ECH 1/500)	03/12/20	VIRTUO CHATEAUDUN
Plan de passage des réseaux GAZ, ENEDIS, SNCF	02/2021	/
Dossier technique générateur photovoltaïque sur un bâtiment ICPE	27/04/2021	BET GENERGIES 69 LYON

TABLEAU 1

METHODE D'ANALYSE

L'ARF est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 [3].

Un logiciel est utilisé pour les calculs (notes de calcul en annexe) et la représentation des résultats.

Les calculs sont réalisés pour les structures dans lesquelles un danger lié à la foudre est identifié.

En complément, une protection des équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) est préconisée.

Dans le cadre de sa mission d'ARF, SOCOTEC réalise les tâches suivantes :

- ✓ Prise en compte des événements redoutés dus aux effets de la foudre identifiés par l'exploitant (à partir de l'étude de dangers, si elle nous est fournie, ou lors d'un échange avec l'exploitant) pour estimer les pertes consécutives à une agression de la foudre,
- ✓ Evaluation du risque R1 (pertes de vies humaines) conformément à la norme [3].
- ✓ Prise en compte des mesures de protection et prévention existantes ^{note 1} dans la démarche de réduction du risque R1 lorsque ce dernier est supérieur au risque tolérable.
- ✓ Détermination du niveau de protection nécessaire pour les structures, les lignes et les équipements.
- ✓ Rédaction du rapport d'ARF.

NOTA : Pour les installations suivantes :

- SPRINKLER
- Chaufferie

Nous appliquerons la méthode déterministe, aucun calcul ne sera réalisé, les équipements dits sensibles seront protégés contre les effets de la foudre.

Note ¹ La prise en compte des protections existantes est faite en supposant que ces dernières sont conformes aux normes en vigueur. La vérification de conformité n'est pas réalisée lors de notre mission d'ARF.

PRESENTATION DU SITE

1. ACTIVITE DE L'ETABLISSEMENT

L'activité principale du projet VIRTUO à CHATEAUDUN consiste à construire un bâtiment de stockage composé de 2 cellules d'une surface inférieure à 12000m².

L'établissement est une ICPE soumise à enregistrement, les rubriques des installations classées soumise, sont 1510.

2. SPECIFICITE LOCALE

- *Zone d'implantation*

Le plan en annexe 2 permet de localiser les structures du site.

- *Densité de foudroiement*

Pour estimer l'occurrence des agressions de la foudre dans l'établissement, la densité de foudroiement retenue dans l'ARF est celle fournie sur le site Météorage (voir annexe 3).

La densité de foudroiement retenue pour l'ARF : **0,61**

- *Nature du terrain*

La résistivité du sol prise en compte dans l'ARF est de 500 Ohms.mètres (valeur par défaut proposée dans la norme [3] utilisée lorsque l'exploitant du site n'a pas fourni de mesures spécifiques).

3. SCENARIO RETENU VIS-A-VIS DU RISQUE Foudre

Le danger identifié vis-à-vis de la foudre est :

- Risque d'incendie dans la cellule N°1
- Risque d'incendie dans la cellule N°2

Ceci conditionne les valeurs retenues pour les paramètres du *TABLEAU 2* ci-après.

NOTA : le mode de construction prévoit une séparation REI 120 entre les deux cellules ainsi qu'avec les bureaux. Nous utiliserons ce paramètre pour rédiger un calcul de niveau de risque indépendant pour chaque emplacement.

CELLULE N°1

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure n'est pas encore définie à ce stade du projet, nous avons considéré une charpente combustible recouverte de bardage ainsi qu'une toiture également combustible recouverte d'une étanchéité.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Paramètre	Valeur retenue
Perte dans la structure relative à un coup de foudre sur la structure (L_f)	0,05 : Valeur par défaut pour une structure Industrielle.
Risque d'incendie/explosion (r_i)	10-1 : Elevée (charge calorifique retenue supérieure à 800 MJ/m ²)
Protection anti- incendie (r_p)	0,2 : Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement.
Danger particulier (h_z)	2 : Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)

TABLEAU 2

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Canalisation d'eau	250	Canalisation isolante non-retenue
Canalisation de gaz	250	Canalisation isolante non-retenue
Arrivée HT	600	Liaison enterrée
Liaison BT cellule 1 vers cellule 2	200	Liaison enterrée
Liaison BT cellule 1 vers les bureaux	160	Liaison enterrée
Liaison BT vers SPRINKLER	15	Liaison enterrée
Liaison BT vers CHAUFFERIE	15	Liaison enterrée
Liaison BT vers local de charge	25	Liaison enterrée

TABLEAU 3

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Centrale de détection de gaz (locaux de charge)	Local de charge	
Centrale de détection de gaz (chaufferie)	Chaufferie	
Système de sécurité incendie	Cellule de stockage	Emplacement précis non défini à ce stade du projet
SPRINKLER (centrale d'alarme technique)	Ensemble du site	Emplacement précis non défini à ce stade du projet

TABLEAU 4

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Il n'y a pas de protection contre la foudre pour cette structure (non prévu dans le projet actuel).

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3.... (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 3

Zone 1 : volume interne de la cellule 1

Zone 2 : local de charge

Zone 3 : pourtour de la cellule 1

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Cellule N°1	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

TABLEAU 5

La méthode d'évaluation du risque selon la norme [3] est appliquée au bâtiment (le logiciel JUPITER 2.1.0 est utilisé). Les données d'entrée sont celles présentées au § 2.

Sans protection spécifique contre la foudre, le risque R1 est supérieur au risque tolérable R_T .

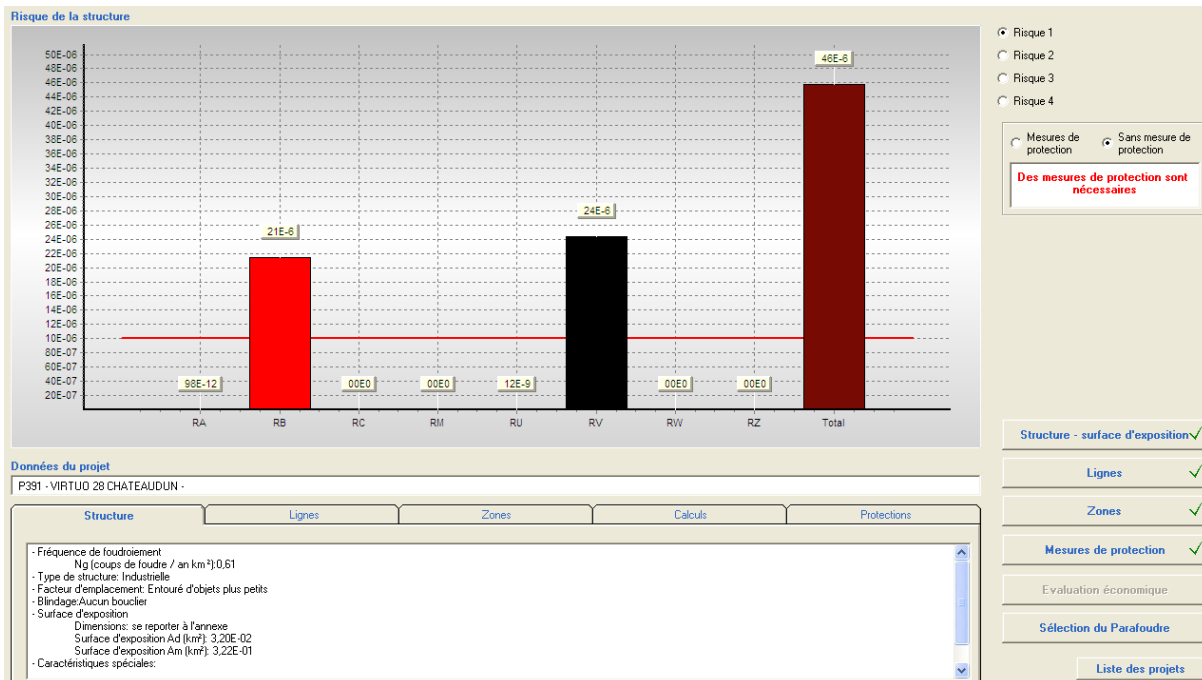


Figure 1 : Calcul du risque R1 (sans protection)

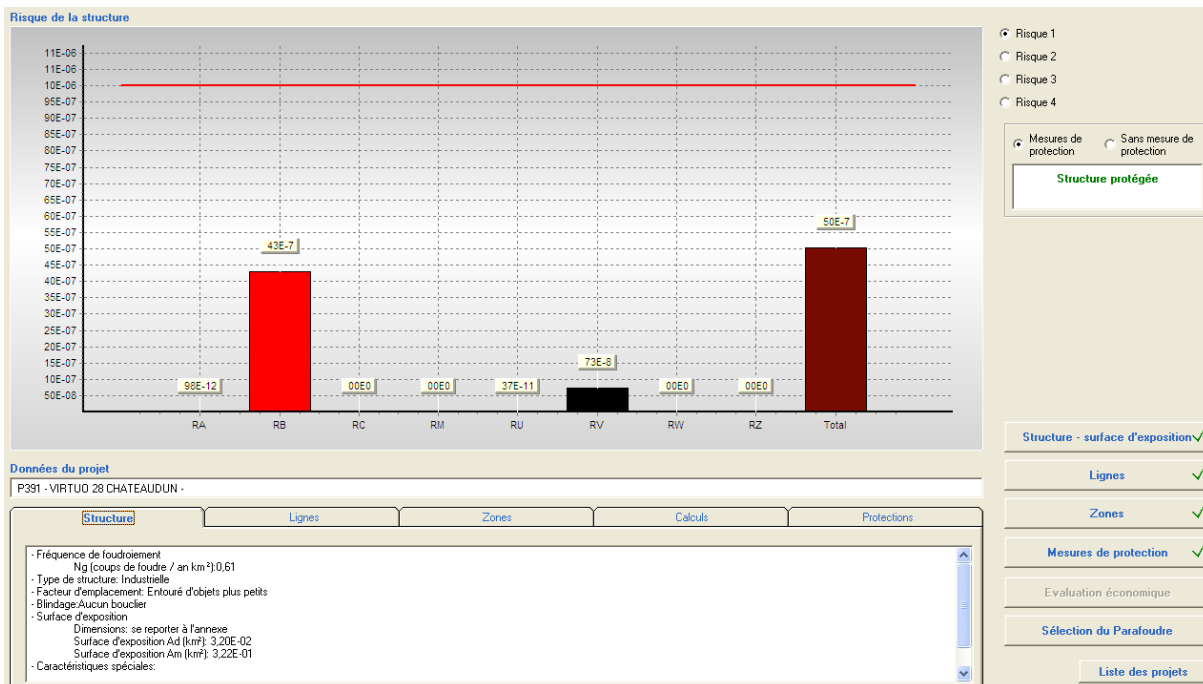


Figure 2 : Calcul du risque R1 (avec protection)

Il conviendra également de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Centrale de détection de gaz (locaux de charge)
- Système de sécurité incendie
- SPRINKLER (centrale d'alarme technique)

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur l'ensemble des canalisations métalliques ou conductrices qui seront reliées à la cellule N1°

CELLULE N°2

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure n'est pas encore définie à ce stade du projet, nous avons considéré une charpente combustible recouverte de bardage ainsi qu'une toiture également combustible recouverte d'une étanchéité.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Paramètre	Valeur retenue
Perte dans la structure relative à un coup de foudre sur la structure (L_f)	0,05 : Valeur par défaut pour une structure Industrielle.
Risque d'incendie/explosion (r_i)	10-1 : Elevée (charge calorifique retenue supérieure à 800 MJ/m ²)
Protection anti- incendie (r_p)	0,2 : Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement.
Danger particulier (h_z)	2 : Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)

TABLEAU 6

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Liaison BT cellule 1 vers cellule 2	200	Liaison enterrée

TABLEAU 7

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Système de sécurité incendie	Cellule de stockage	Emplacement précis non défini à ce stade du projet
SPRINKLER (centrale d'alarme technique)	Ensemble du site	Emplacement précis non défini à ce stade du projet

TABLEAU 8

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Il n'y a pas de protection contre la foudre pour cette structure (non prévu dans le projet actuel).

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3.... (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 3

Zone 1 : volume interne de la cellule 1

Zone 2 : local de charge

Zone 3 : pourtour de la cellule 1

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Cellule N°2	Protection de niveau IV	Protection de niveau IV

TABLEAU 9

La méthode d'évaluation du risque selon la norme [3] est appliquée au bâtiment (le logiciel JUPITER 2.1.0 est utilisé). Les données d'entrée sont celles présentées au § 2.

Sans protection spécifique contre la foudre, le risque R1 est supérieur au risque tolérable R_T .

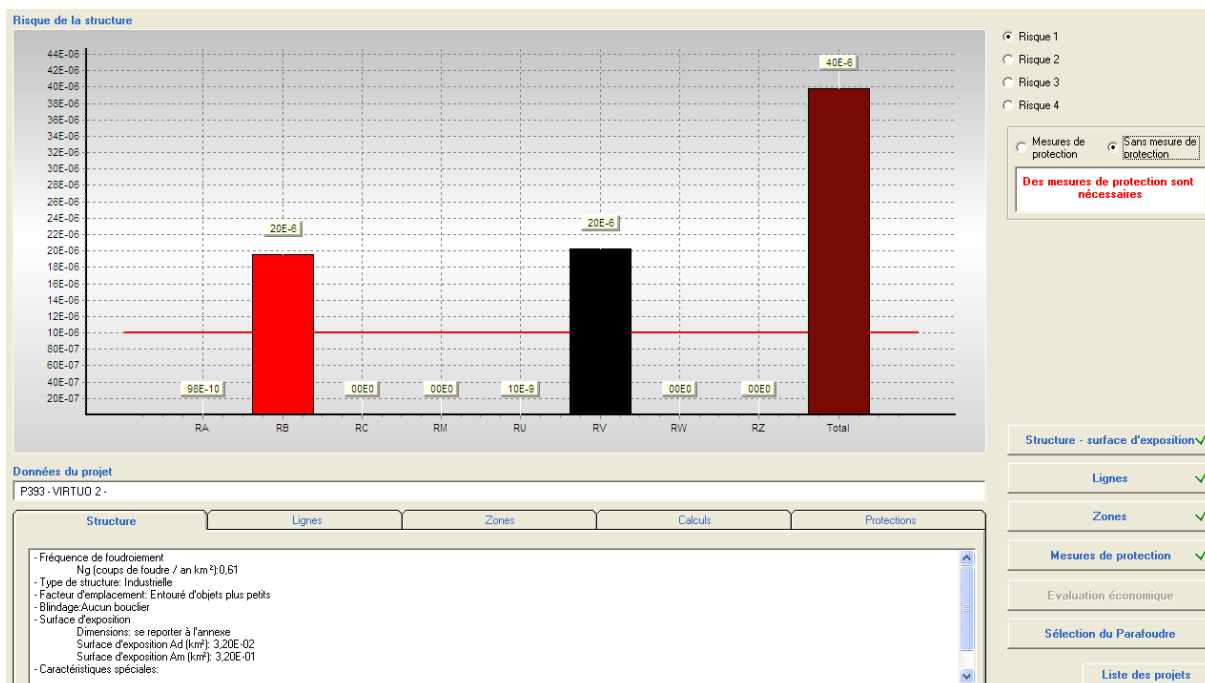


Figure 3 : Calcul du risque R1 (sans protection)

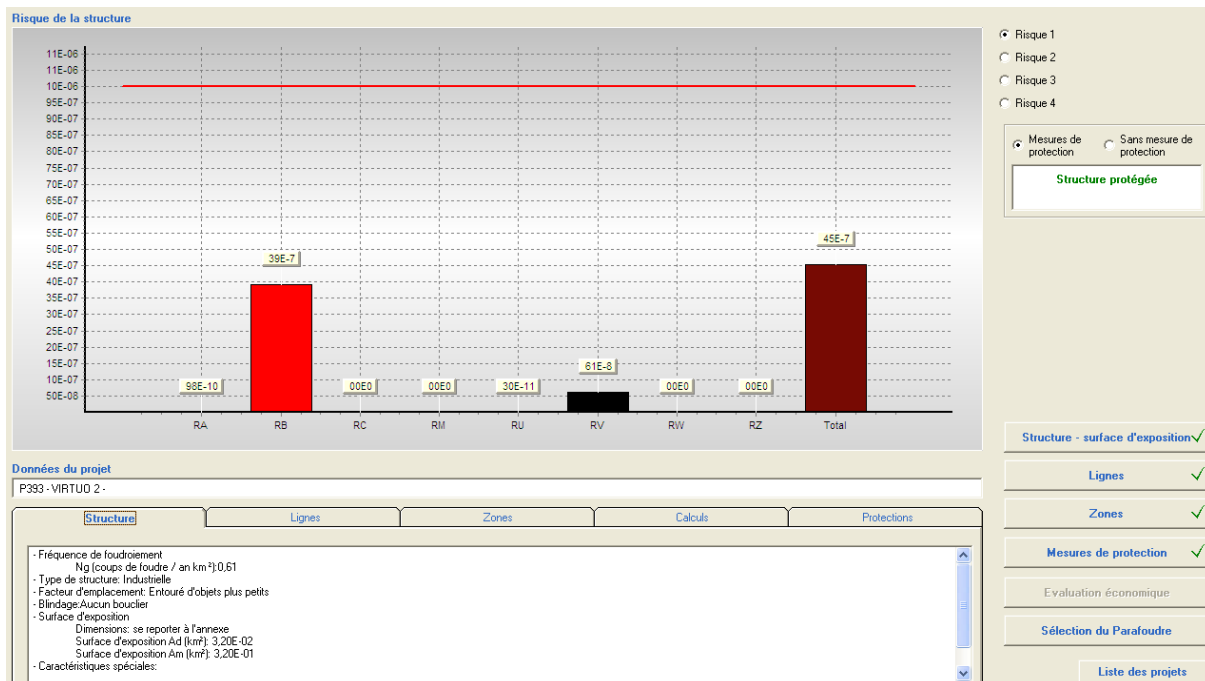


Figure 4 : Calcul du risque R1 (avec protection)

Il conviendra également de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- Système de sécurité incendie
- SPRINKLER

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur l'ensemble des canalisations métalliques ou conductrices qui seront reliées à la cellule N°2

BATIMENT ADMINISTRATIF

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée d'une charpente métallique recouverte de bardage. La toiture est composée de bac acier recouvert d'une étanchéité.

Les dimensions de la structure, l'environnement au voisinage de la structure, les caractéristiques des lignes extérieures et l'immunité des équipements sont indiqués en annexe dans le listing de calcul pour cette structure.

2. PRINCIPAUX PARAMETRES D'EVALUATION

Ce paragraphe présente les paramètres de l'évaluation du risque repris dans les calculs en annexe.

Paramètre	Valeur retenue
Perte dans la structure relative à un coup de foudre sur la structure (L_f)	0,05 : Valeur par défaut pour une structure Industrielle.
Risque d'incendie/explosion (r_f)	10-3 : Faible (charge calorifique retenue inférieure à 400 MJ/m ²)
Protection anti- incendie (r_p)	0,2 : Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement.
Danger particulier (h_z)	2 : Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)

TABLEAU 10

NB : les valeurs retenues sont définies dans la norme [3].

Service relié à la structure pouvant véhiculer un courant de foudre	Longueur estimée (m)	Commentaire
Canalisation d'eau	/	Réseau interne
Liaison BT cellule 1 vers les bureaux	160	Liaison enterrée
Arrivée TELECOM (télécommunication et DATA)	250	Sous réserve que cette liaison soit conductrice

TABLEAU 11

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Système de sécurité incendie		

TABLEAU 12

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Il n'y a pas de protection contre la foudre pour cette structure (prévu dans le projet actuel).

4. ZONES ELECTROMAGNETIQUES DANS LA STRUCTURE

La norme [3] offre la possibilité de compartimenter un bâtiment lorsque les environnements électromagnétiques diffèrent ou lorsque les dangers sont différents. Ceci permet un calcul plus fin du risque (moins majorant éventuellement). Lorsque le compartimentage en zone est pertinent, le listing en annexe identifie les zones 1, zone 2, zone 3.... (NB : Ceci est indépendant d'un éventuel zonage ATEX).

Pour le bâtiment objet de ce chapitre, le nombre de zone retenu dans le calcul est de : 3

Zone 1 : bureaux et locaux sociaux

Zone 2 : pourtour des bureaux

5. RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre POUR CE BATIMENT

Les résultats de l'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] pour ce bâtiment vis-à-vis du risque R1 (pertes de vies humaines) sont les suivants :

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Bureaux	Non nécessaire	Non nécessaire

TABLEAU 13

La méthode d'évaluation du risque selon la norme [3] est appliquée au bâtiment (le logiciel JUPITER 2.1.0 est utilisé). Les données d'entrée sont celles présentées au § 2.

Sans protection spécifique contre la foudre, le risque R1 est inférieur au risque tolérable R_T .

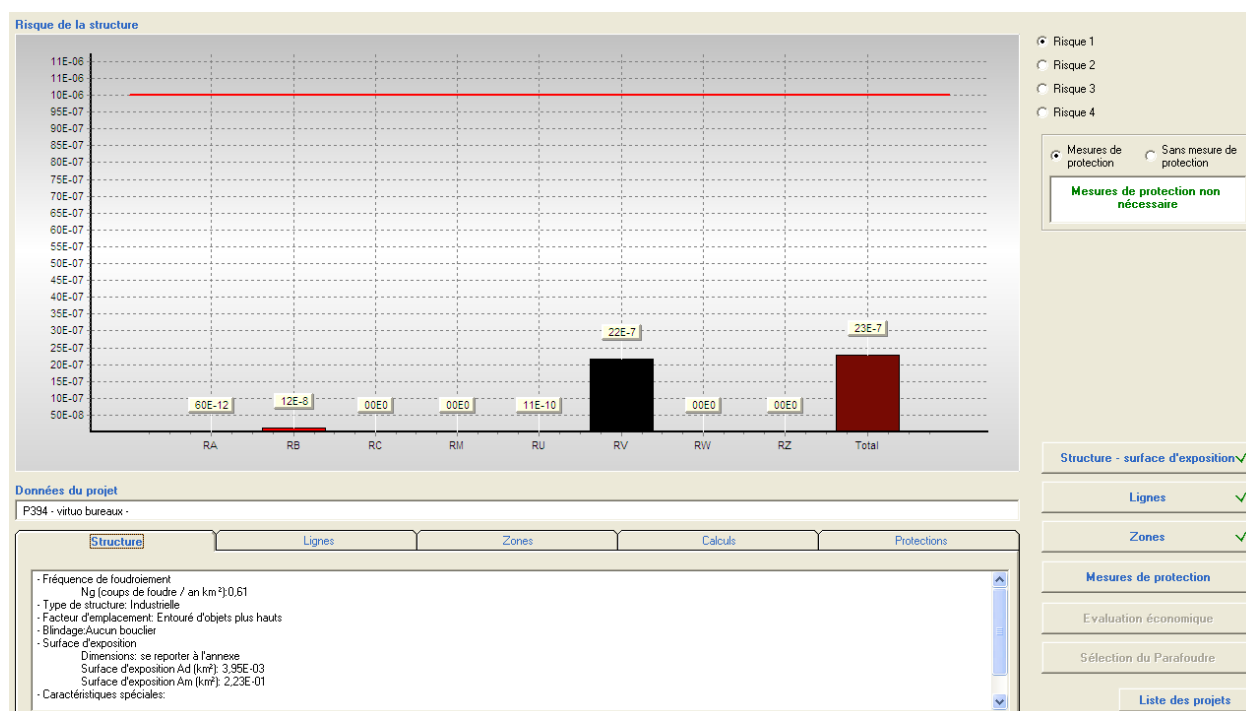


Figure 5 : Calcul du risque R1 (sans protection)

Il conviendra de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger l'alimentation basse tension des bureaux ainsi que les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- système de sécurité incendie
- SPRINKLER

SYNTHESE DES RESULTATS

L'analyse du risque foudre selon la norme NF EN 62305-2 [3] montre la nécessité ou non de protéger les structures du site pour réduire le risque R1 (pertes de vies humaines) à une valeur inférieure au risque tolérable $R_T = 10^{-5}$.

Bâtiment	Protection pour les structures	Protection pour les lignes
Cellule N°1	Niveau IV	Niveau IV
Cellule N°2	Niveau IV	Niveau IV
Bâtiment bureaux	Non nécessaire	Non nécessaire

Tableau 14 : Synthèse du besoin de protection des bâtiments

Les équipements électriques identifiés comme Moyen de Maîtrise des Risques (MMR) doivent rester opérationnels lors d'un foudroiement. Pour cela nous préconisons systématiquement une protection de la ligne d'alimentation de ces dispositifs lorsqu'ils sont déclarés par l'exploitant.

Equipements et installations importants pour la sécurité	Localisation
Centrale de détection de gaz (chaufferie)	Locaux techniques
Centrale de détection de gaz (locaux de charge)	Locaux techniques
Système de sécurité incendie	Locaux techniques
SPRINKLER	Locaux technique

Tableau 15 : Synthèse du besoin de protection des équipements

L'étude technique qui complète cette ARF définira les protections à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif de réduction du risque.

NOTA : l'étude technique tiendra compte des installations photovoltaïques prévues en toiture du bâtiment vis-à-vis de la protection contre les effets directs (paratonnerres) et les effets indirects (parafoudres). Les notes de calcul n'intègrent pas les lignes électriques des installations photovoltaïques, le projet prévoit que ces lignes seront extérieures à la structure des bâtiments.

ANNEXES

Annexe 1 : Contexte réglementaire	16
Annexe 2 : Plan du site	17
Annexe 3 : Activité orageuse locale.....	18
Annexe 4 : Cellule N°1	20
Annexe 5 : Cellule N°2.....	28
Annexe 6 : Bâtiment bureaux	33

ANNEXE 1 : CONTEXTE REGLEMENTAIRE

REGLEMENTATION FRANÇAISE

- [1] 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 - section III « Dispositions relatives à la protection contre la foudre »
- [2] Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées paru le 30 mai 2008.

NORMES APPLICABLES

- [3] NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre – Partie 2 : évaluation du risque (novembre 2006).
- [4] NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre – Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains.
- [5] NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre – Partie 4 : réseaux de puissance et de communication dans les structures.
- [6] UTE C 15-443 : Installations électriques à basse tension – Guide pratique – Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres – Choix et installation des parafoudres.
- [7] NF C17-102 : Protection contre la foudre – Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.

ANNEXE 2 : PLAN DU SITE



ANNEXE 3 : ACTIVITE ORAGEUSE LOCALE

Résumé



Ville :
CHATEAUDUN (28088)

Superficie :
29,23 km²

Période d'analyse :
1 janvier 2011 - 31 décembre 2020

Statistiques du foudroiement

→ **N_{SG} : 0,61 impacts/km²/an**



Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,53 - 0,71].

→ **Nombre de jours d'orage : 9 jours par an**

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

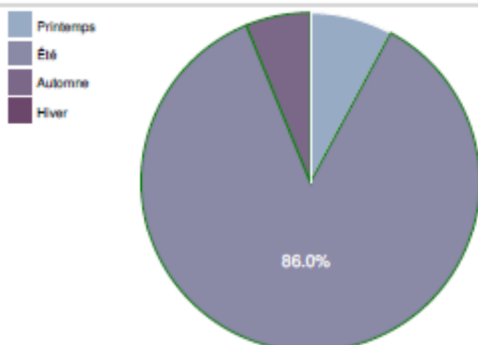
Records

Année record : 2011 (1,68 impacts/km²/an)

Mois record : Juin 2011

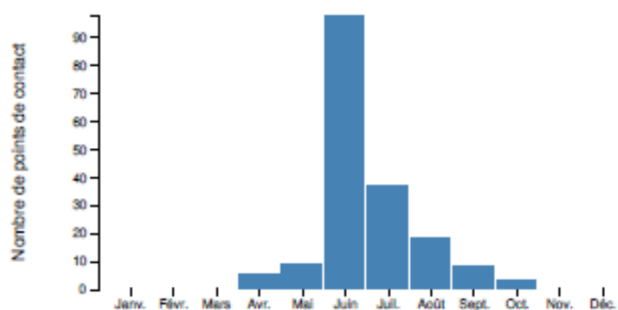
Jour record : 4 juin 2011

Répartition saisonnière



Répartition saisonnière sur toute la période du Nombre de points de contact.

Répartition par mois



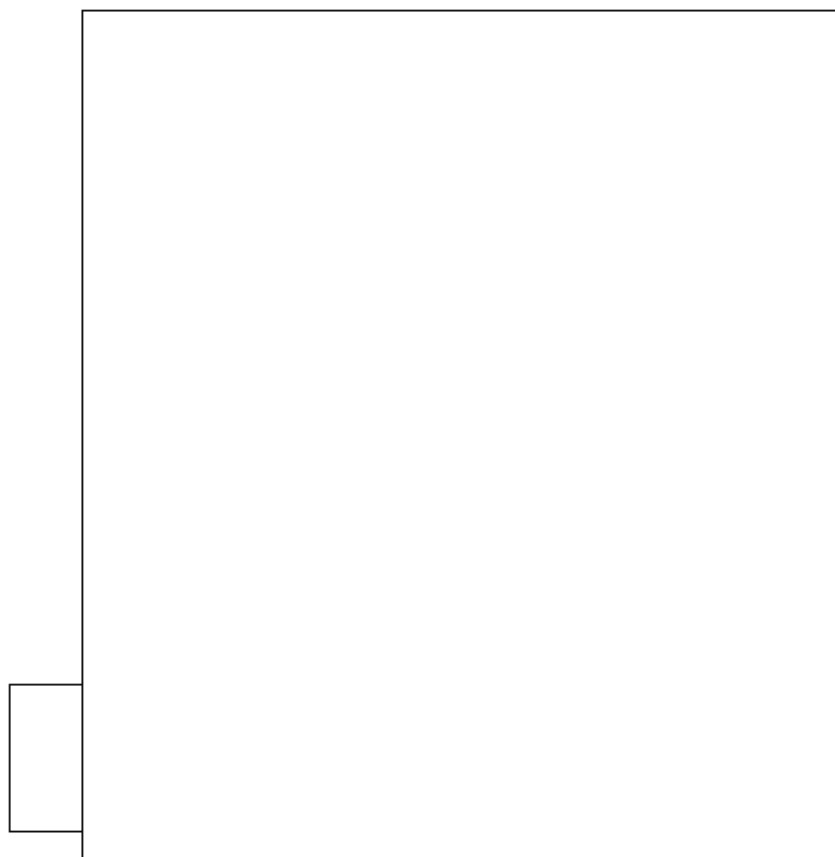
Répartition par mois sur toute la période du Nombre de points de contact.

Les résultats ci-dessus sont fournis par Météorage à partir des données du réseau de détection des impacts de foudre pour la période 2011-2020. La meilleure représentation actuelle de l'activité orageuse est la densité de points de contact qui est le nombre de points de contact par km² et par an. En France, la valeur moyenne de la densité de foudroiement (N_{SC}) est de l'ordre de 1,1 impacts/km²/an. [Cliquez ici pour en savoir plus sur l'évolution des statistiques de foudroiement.](#)

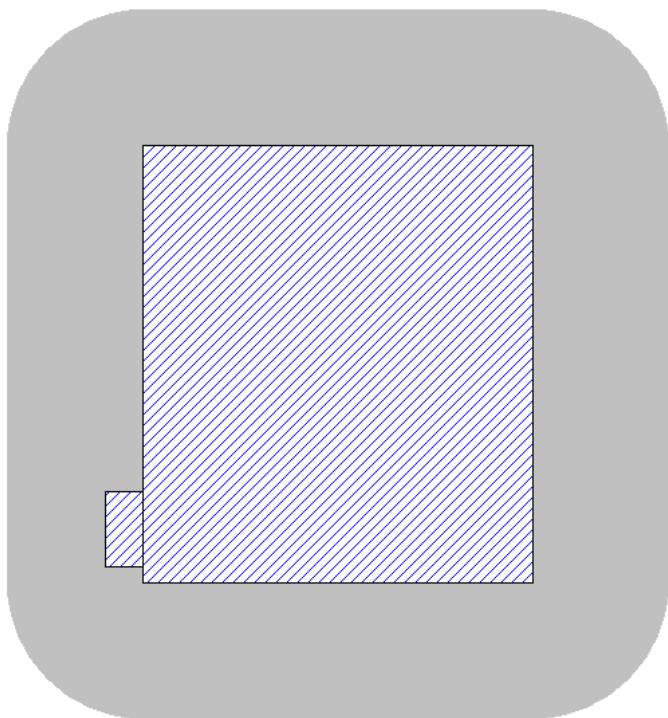
COPYRIGHT METEORAGE

ANNEXE 4 : CELLULE N°1

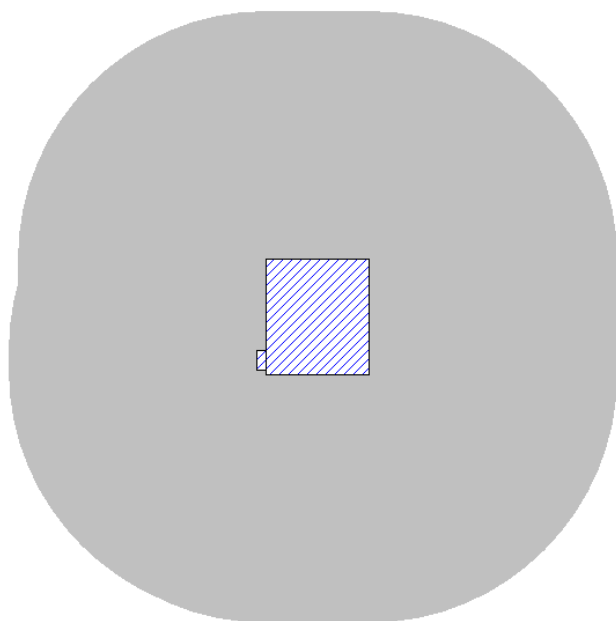
Evaluation selon la norme NF EN 62305-2



Echelle: 10 m



Surface d'exposition A_d (km²) = 3,20E-02



Surface d'exposition A_m (km²) = 3,22E-01

Calculs

EVALUATION DES RISQUES

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1

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

Z1: Cellule 1
 RB: 1,95E-05
 RU(1): 4,36E-10
 RV(1): 8,72E-07
 RU(2): 1,02E-08
 RV(2): 2,05E-05
 RU(3): 9,59E-10
 RV(3): 1,92E-06
 RU(4): 2,46E-10
 RV(4): 4,92E-07
 RU(5): 2,33E-10
 RV(5): 4,66E-07
 RU(6): 2,39E-11
 RV(6): 4,77E-08
 Total: 4,38E-05

Z2: Local de charge
 RB: 1,95E-06
 RU(1): 2,39E-11
 RV(1): 4,77E-09
 Total: 1,95E-06

Z3: Pourtour du bâtiment
 RA: 9,76E-11
 Total: 9,76E-11

Valeur du risque total R1 pour la structure :
4,58E-05

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 4,58E-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 - Cellule 1
 RD = 42,6352 %
 RI = 53,0906 %
 Total = 95,7258 %
 RS = 0,0265 %
 RF = 95,6993 %
 RO = 0 %
 Total = 95,7258 %

Z2 - Local de charge
 RD = 4,2635 %
 RI = 0,0105 %
 Total = 4,274 %
 RS = 0,0001 %
 RF = 4,2739 %
 RO = 0 %
 Total = 4,274 %

Z3 - Pourtour du bâtiment
 RD = 0,0002 %
 RI = 0 %
 Total = 0,0002 %
 RS = 0,0002 %
 RF = 0 %
 RO = 0 %
 Total = 0,0002 %

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 - Cellule 1 (95,7258 %)
- 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 = 44,5389 % dommages physiques dus à des

coups de foudre frappant la structure
 RV (2) = 46,7739 %
 dommages physiques dus à des
 coups de foudre frappant la ligne

SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RB dans les zones:
 Z1 - Cellule 1
- RV dans les zones:
 Z1 - Cellule 1

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

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation depuis réseau HT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Liaison BT vers cellule N°2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne3 - Liaison BT vers les bureaux:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne4 - Liaison BT vers SPRINKLER:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne5 - Liaison BT vers CHAUFFERIE:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne6 - Liaison BT vers LOCAL DE CH.:
 - 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: Cellule 1

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 0,2$
 $P_c (1) = 1,00E+00$
 $P_c (2) = 1,00E+00$
 $P_c (3) = 1,00E+00$
 $P_c (4) = 1,00E+00$
 $P_c (5) = 1,00E+00$
 $P_c (6) = 1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m (1) = 1,00E-04$
 $P_m (2) = 1,00E-04$
 $P_m (3) = 1,00E-04$
 $P_m (4) = 1,00E-04$
 $P_m (5) = 1,00E-04$
 $P_m (6) = 1,00E-04$
 $P_m = 6,00E-04$
 $P_u (1) = 3,00E-02$
 $P_v (1) = 3,00E-02$
 $P_w (1) = 1,00E+00$
 $P_z (1) = 4,00E-01$
 $P_u (2) = 3,00E-02$
 $P_v (2) = 3,00E-02$
 $P_w (2) = 1,00E+00$
 $P_z (2) = 4,00E-01$
 $P_u (3) = 3,00E-02$
 $P_v (3) = 3,00E-02$
 $P_w (3) = 1,00E+00$
 $P_z (3) = 4,00E-01$
 $P_u (4) = 3,00E-02$
 $P_v (4) = 3,00E-02$
 $P_w (4) = 1,00E+00$
 $P_z (4) = 4,00E-01$
 $P_u (5) = 3,00E-02$
 $P_v (5) = 3,00E-02$
 $P_w (5) = 1,00E+00$
 $P_z (5) = 4,00E-01$
 $P_u (6) = 3,00E-02$
 $P_v (6) = 3,00E-02$
 $P_w (6) = 1,00E+00$
 $P_z (6) = 4,00E-01$
 $r_a = 0,01$
 $r_p = 0,2$
 $r_f = 0,1$
 $h = 2$

Zone Z2: Local de charge

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 0,2$

$P_c(1) = 1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m(1) = 1,00E-04$
 $P_m = 1,00E-04$
 $P_u(1) = 3,00E-02$
 $P_v(1) = 3,00E-02$
 $P_w(1) = 1,00E+00$
 $P_z(1) = 4,00E-01$
 $r_a = 0,01$
 $r_p = 0,2$
 $r_f = 0,01$
 $h = 2$

Zone Z3: Pourtour du bâtiment

$P_a = 1,00E-02$
 $P_b = 0,2$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m = 1,00E+00$
 $r_a = 0,00001$
 $r_p = 1$
 $r_f = 0$
 $h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Cellule 1

$RB: 3,90E-06$
 $RU(1): 1,31E-11$
 $RV(1): 2,62E-08$
 $RU(2): 3,07E-10$
 $RV(2): 6,15E-07$
 $RU(3): 2,88E-11$
 $RV(3): 5,75E-08$
 $RU(4): 7,38E-12$
 $RV(4): 1,48E-08$
 $RU(5): 6,99E-12$
 $RV(5): 1,40E-08$
 $RU(6): 7,16E-13$
 $RV(6): 1,43E-09$
 Total: 4,63E-06

Z2: Local de charge

$RB: 3,90E-07$
 $RU(1): 7,16E-13$
 $RV(1): 1,43E-10$
 Total: 3,90E-07

Z3: Pourtour du bâtiment

$RA: 9,76E-11$
 Total: 9,76E-11

Valeur du risque total R1 pour la structure : 5,02E-06

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 ($1/km^2 \text{ an}$) $N_g = 0,61$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation depuis réseau HT
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
 Longueur (m) $L_c = 600$
 résistivité (ohm.m) $\square = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Isolé

Caractéristiques des lignes: Liaison BT vers cellule N°2
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 200$
 résistivité (ohm.m) $\square = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 104 B (m): 116 H (m): 12
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: Liaison BT vers les bureaux
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 160$
 résistivité (ohm.m) $\square = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 24 B (m): 18 H (m): 7
 Facteur d'emplacement de la structure

adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Liaison BT vers SPRINKLER

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

Longueur (m) Lc = 15

résistivité (ohm.m) $\square = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 7

B (m): 8 H (m): 6

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

Caractéristiques des lignes: Liaison BT vers CHAUFFERIE

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

Longueur (m) Lc = 15

résistivité (ohm.m) $\square = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 6

B (m): 7 H (m): 6

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

Caractéristiques des lignes: Liaison BT vers LOCAL DE CH.

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

Longueur (m) Lc = 25

résistivité (ohm.m) $\square = 500$

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

Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Cellule 1

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton (ru = 0,01)

Risque d'incendie: élevé (rf = 0,1)

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

Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2) actionnés manuellement (rp = 0,5)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact:

aucune des mesures de protection

Réseaux interne1

Connecté à la ligne Alimentation depuis réseau HT

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 interne2

Connecté à la ligne Liaison BT vers cellule N°2

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 interne3

Connecté à la ligne Liaison BT vers les bureaux

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 interne4

Connecté à la ligne Liaison BT vers SPRINKLER

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 interne5

Connecté à la ligne Liaison BT vers CHAUFFERIE

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 interne6

Connecté à la ligne Liaison BT vers LOCAL DE CH.

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)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Cellule 1

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

Pertes en raison des dommages physiques

(liées à R1) $L_f = 0,05$

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

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

Réseaux interne1
 Connecté à la ligne Liaison BT vers LOCAL DE CH.
 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: Local de charge
 Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $L_t = 0,0001$
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $L_f = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: Local de charge
 Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Pourtour 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: terre équipotentielle

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Pourtour du bâtiment
 Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) $L_t = 0,1$

Risque et composantes du risque pour la zone: Pourtour du bâtiment
 Risque 1: Ra

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 3,20E-02 \text{ km}^2$
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 3,22E-01 \text{ km}^2$
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 9,76E-03$
 Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 1,87E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation depuis réseau HT
 $A_l = 0,012813 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,335410 \text{ km}^2$

Liaison BT vers cellule N°2
 $A_l = 0,003265 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,111803 \text{ km}^2$

Liaison BT vers les bureaux
 $A_l = 0,002706 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,089443 \text{ km}^2$

Liaison BT vers SPRINKLER
 $A_l = 0,000000 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,008385 \text{ km}^2$

Liaison BT vers CHAUFFERIE
 $A_l = 0,000000 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,008385 \text{ km}^2$

Liaison BT vers LOCAL DE CH.
 $A_l = 0,000157 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,013975 \text{ km}^2$

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

Alimentation depuis réseau HT
 $N_l = 0,000391$
 $N_i = 0,020460$

Liaison BT vers cellule N°2

NI = 0,000498

Ni = 0,034100

Liaison BT vers les bureaux

NI = 0,000413

Ni = 0,027280

Liaison BT vers SPRINKLER

NI = 0,000000

Ni = 0,002558

Liaison BT vers CHAUFFERIE

NI = 0,000000

Ni = 0,002558

Liaison BT vers LOCAL DE CH.

NI = 0,000024

Ni = 0,004263

Pv (1) = 1,00E+00

Pw (1) = 1,00E+00

Pz (1) = 4,00E-01

Pu (2) = 1,00E+00

Pv (2) = 1,00E+00

Pw (2) = 1,00E+00

Pz (2) = 4,00E-01

Pu (3) = 1,00E+00

Pv (3) = 1,00E+00

Pw (3) = 1,00E+00

Pz (3) = 4,00E-01

Pu (4) = 1,00E+00

Pv (4) = 1,00E+00

Pw (4) = 1,00E+00

Pz (4) = 4,00E-01

Pu (5) = 1,00E+00

Pv (5) = 1,00E+00

Pw (5) = 1,00E+00

Pz (5) = 4,00E-01

Pu (6) = 1,00E+00

Pv (6) = 1,00E+00

Pw (6) = 1,00E+00

Pz (6) = 4,00E-01

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Cellule 1

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (1) = 1,00E+00

Pc (2) = 1,00E+00

Pc (3) = 1,00E+00

Pc (4) = 1,00E+00

Pc (5) = 1,00E+00

Pc (6) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (1) = 1,00E-04

Pm (2) = 1,00E-04

Pm (3) = 1,00E-04

Pm (4) = 1,00E-04

Pm (5) = 1,00E-04

Pm (6) = 1,00E-04

Pm = 6,00E-04

Pu (1) = 1,00E+00

Zone Z2: Local de charge

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (1) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (1) = 1,00E-04

Pm = 1,00E-04

Pu (1) = 1,00E+00

Pv (1) = 1,00E+00

Pw (1) = 1,00E+00

Pz (1) = 4,00E-01

Zone Z3: Pourtour du bâtiment

Pa = 1,00E-02

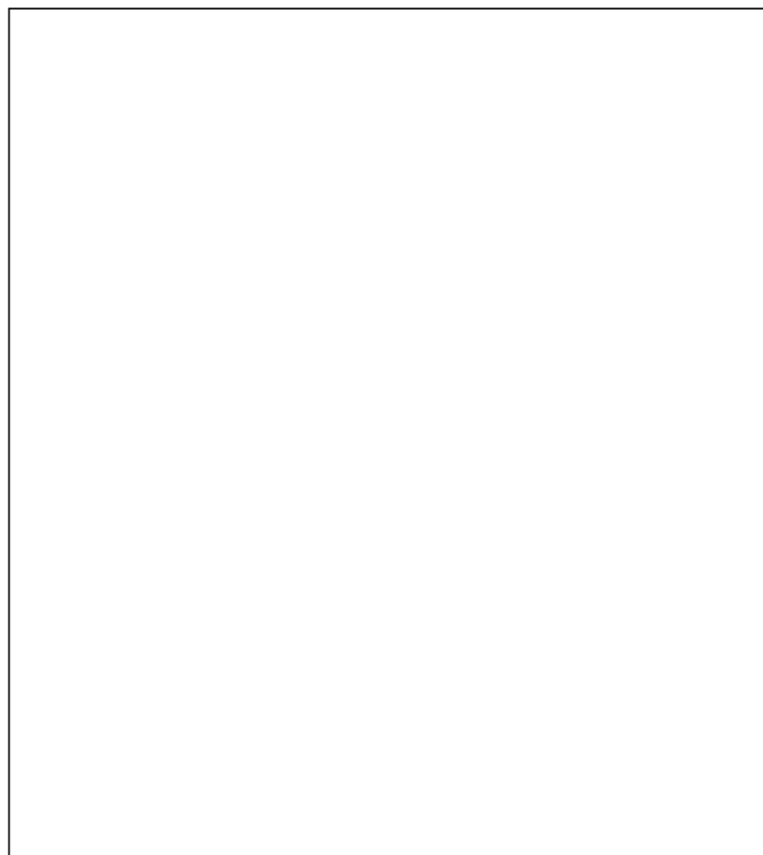
Pb = 1,0


Pc = 1,00E+00

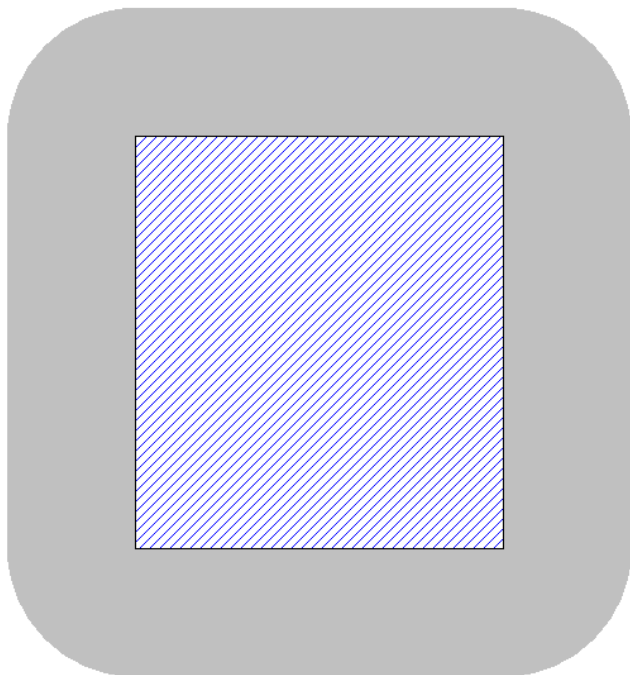
Pm = 1,00E+00

ANNEXE 5 : CELLULE N°2

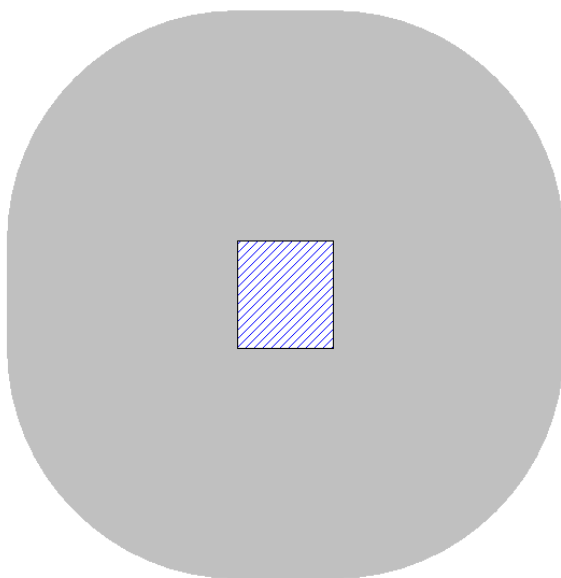
Evaluation selon la norme NF EN 62305-2




Echelle: 10 m



Surface d'exposition A_d (km²) = 3,20E-02



Surface d'exposition A_m (km²) = 3,20E-01

Calculs

EVALUATION DES RISQUES

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1

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

Z1: Cellule N°2
 RB: 1,95E-05
 RU(1): 1,01E-08
 RV(1): 2,03E-05
 Total: 3,98E-05

Z2: Ext
 RA: 9,76E-09
 Total: 9,76E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure :
3,98E-05

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 3,98E-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 - Cellule N°2
 RD = 49,0338 %
 RI = 50,9417 %
 Total = 99,9755 %
 RS = 0,0255 %
 RF = 99,95 %
 RO = 0 %
 Total = 99,9755 %

Z2 - Ext
 RD = 0,0245 %
 RI = 0 %
 Total = 0,0245 %
 RS = 0,0245 %
 RF = 0 %
 RO = 0 %
 Total = 0,0245 %

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 - Cellule N°2 (99,9755 %)
- 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 = 49,0458 % dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
 - RV (1) = 50,9287 % dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RB dans les zones:
 - Z1 - Cellule N°2
- RV dans les zones:
 - Z1 - Cellule N°2

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

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - BT depuis cellule 1:
 - 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: Cellule N°2

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 0,2$
 $P_c (1) = 1,00E+00$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m (1) = 1,00E-04$
 $P_m = 1,00E-04$
 $P_u (1) = 3,00E-02$
 $P_v (1) = 3,00E-02$
 $P_w (1) = 1,00E+00$
 $P_z (1) = 4,00E-01$
 $r_a = 0,01$
 $r_p = 0,2$
 $r_f = 0,1$
 $h = 2$

Zone Z2: Ext

$P_a = 1,00E+00$
 $P_b = 0,2$
 $P_c = 1,00E+00$
 $P_m = 1,00E+00$
 $r_a = 0,00001$
 $r_p = 1$
 $r_f = 0$
 $h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Cellule N°2
 RB: 3,90E-06

$RU(1): 3,04E-10$
 $RV(1): 6,08E-07$
 Total: 4,51E-06

Z2: Ext
 RA: 9,76E-09
 Total: 9,76E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure : 4,52E-06

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 ($1/km^2 \text{ an}$) $N_g = 0,61$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT depuis cellule 1

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) $L_c = 200$
 résistivité (ohm.m) $\square = 500$
 Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 115 B (m): 104 H (m): 12
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Cellule N°2

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

Réseaux interne1

Connecté à la ligne BT depuis cellule 1
 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)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Cellule N°2
 Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Cellule N°2
 Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Ext
 Type de zone: Extérieur
 Type de surface: Asphalte (ra = 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:Ext
 Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,1

Risque et composantes du risque pour la zone:Ext
 Risque 1: Ra

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =3,20E-02 km²
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =3,20E-01 km²
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =9,76E-03

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =1,85E-01

Lignes électriques

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

BT depuis cellule 1
 Ai = 0,002862 km²
 Ai = 0,111803 km²

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

BT depuis cellule 1
 Ni = 0,000436
 Ni = 0,034100

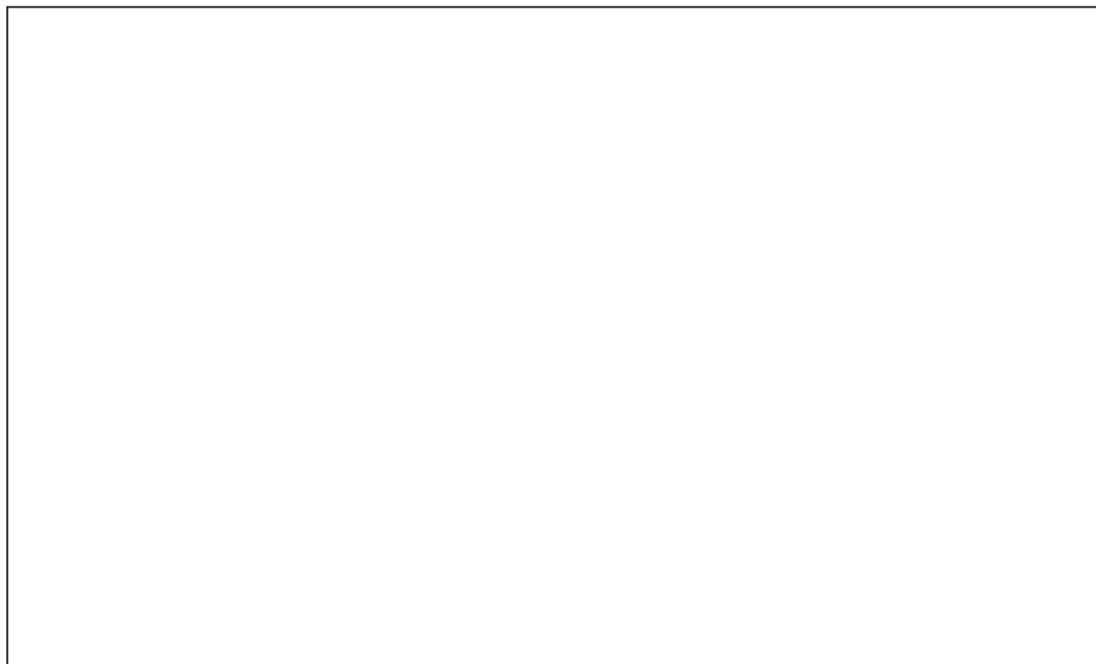
APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée


Zone Z1: Cellule N°2
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 1,0
 Pc (1) = 1,00E+00
 Pc = 1,00E+00
 Pm (1) = 1,00E-04
 Pm = 1,00E-04
 Pu (1) = 1,00E+00
 Pv (1) = 1,00E+00
 Pw (1) = 1,00E+00
 Pz (1) = 4,00E-01

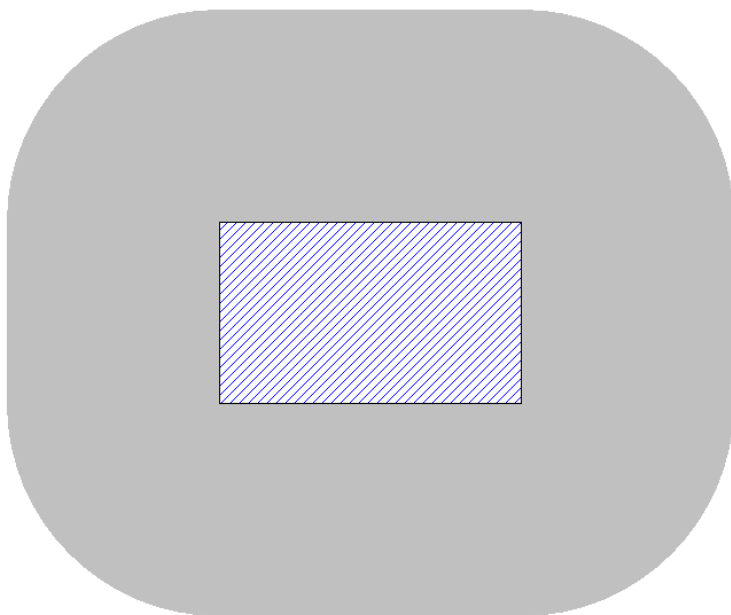
Zone Z2: Ext
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 1,0
 Pc = 1,00E+00
 Pm = 1,00E+00

ANNEXE 6 : BATIMENT BUREAUX

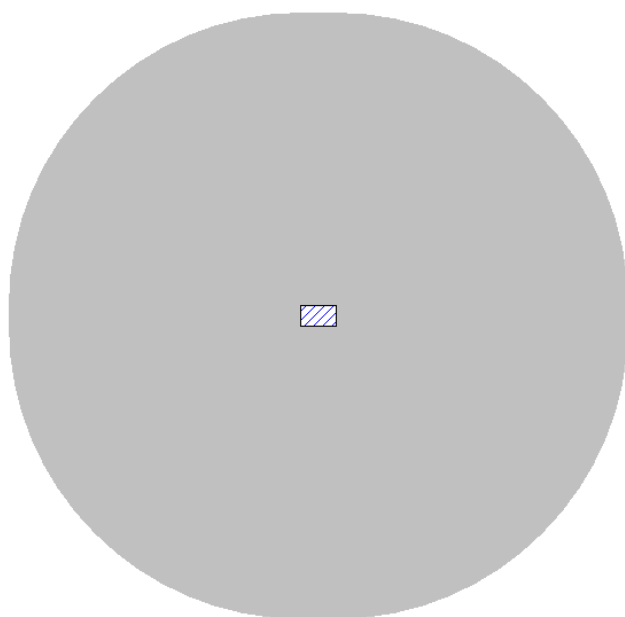
Evaluation selon la norme NF EN 62305-2




Echelle: 2 m



Surface d'exposition A_d (km²) = 3,95E-03



Surface d'exposition A_m (km²) = 2,23E-01

Calculs

EVALUATION DES RISQUES

Risque R1: pertes en vies humaines

Calcul de R1

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

Z1: Bureaux
 RB: 1,20E-07
 RU(1): 1,00E-09
 RV(1): 2,01E-06
 RU(2): 7,96E-11
 RV(2): 1,59E-07
 Total: 2,29E-06

Z2: Pourtour
 RA: 6,02E-11
 Total: 6,02E-11

Valeur du risque total R1 pour la structure :
2,29E-06

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,29E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 2,29E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

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 équivalent de foudroiement (1/km² an) Ng = 0,61

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
 Longueur (m) Lc = 160
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Nature de la mission : Analyse du Risque Foudre (ARF) dans une ICPE
 Dossier : 2101E14Q20000052 Rapport : 962SA/21/1262

Facteur environnemental (Ce): suburbains (h < 10 m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 104
 B (m): 115 H (m): 12
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: TELECOM
 L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée
 Longueur (m) Lc = 250
 résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
 Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
 Facteur environnemental (Ce): suburbains (h < 10 m)
 Dimensions de la structure adjacente: A (m): 1 B (m): 1 H (m): 1
 Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Isolé

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bureaux
 Type de zone: Intérieur
 Type de surface: Céramique (ru = 0,001)
 Risque d'incendie: ordinaire (rf = 0,01)
 Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)
 Protections contre le feu: actionnés automatiquement (rp = 0,2) actionnés manuellement (rp = 0,5)
 zone de protection: Aucun bouclier
 Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne1

Connecté à la ligne BT
 câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)
 Tension de tenue: 2,5 kV
 Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd = 1)

Réseaux interne2

Connecté à la ligne TELECOM
 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: Bureaux
 Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt = 0,0001
 Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf = 0,05

Risque et composantes du risque pour la

zone: Bureaux
Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Pourtour
Type de zone: Extérieur
Type de surface: Asphalte (ra = 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: Pourtour
Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt = 0,01

Risque et composantes du risque pour la zone: Pourtour
Risque 1: Ra

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

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad = 3,95E-03 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am = 2,23E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd = 6,02E-04
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm = 1,35E-01

Lignes électriques

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

BT
Al = 0,002303 km²
Ai = 0,089443 km²

TELECOM
Al = 0,005054 km²
Ai = 0,139754 km²

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

BT
NI = 0,000351
Ni = 0,027280

TELECOM
NI = 0,000771
Ni = 0,042625

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bureaux
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 9,00E-03
Pm = 9,10E-03
Pu (1) = 1,00E+00
Pv (1) = 1,00E+00
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 1,00E+00
Pv (2) = 1,00E+00
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00

Zone Z2: Pourtour
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00