



**ZA LES GRANDS CHAMPS
LE THILLAY
A PARK**

**Projet ONYX
A PARK**

**PJ 32
Analyse du risque foudre**

ICPE

SOCOTEC

INDICE

Ind 1

DATE

**MAITRISE
D'OUVRAGE**

**LES GRANDS CHAMPS
DEVELOPPEMENT
1 avenue Eugène Freyssinet
GUYANCOURT
01 30 60 21 04**

SAS Les Grands Champs Développement
SAS au capital de 37 000 €
Challenger - 1 avenue Eugène Freyssinet
78280 Guyancourt
Tél. : 01.30.60.66.07 Fax : 01.30.60.50.08
Siret 510 665 870 RCS Versailles

Architecte : Atelier M3 - 83, boulevard du Montparnasse 75006 PARIS
Coordination des études : COTEC - 4, rue des grilles, 93500 Pantin
BE Structure : Brezillon - 50, allée des impressionnistes, 95944 Roissy CDG cedex
BE Fluides : M3C Ingénierie - 54, rue de bois Bernard, 62580 Arleux-en-Gohelle
BE Sprinkler : ELITHIS Ingénierie - 1C, Boulevard de Champagne BP 41249, 21012 Dijon Cedex
BE Acoustique : GAMBA - 163, rue du Colombier, 31670 LABEGE BE VRD
: GTA Environnement - 152, rue de Picpus, 75012 Paris AMO
Environnement : Dauchez Payet - 19, rue Vignon, 75008 Paris
BE ICPE : Socotec - 90-112 Avenue de la Liberté, 94700 Maisons-Alfort
Bureau de contrôle : Qualiconsult - 16 rue de la république, 95570 Bouffemont
CSSI - Conseil SI : Sastec - 1 Avenue de l'Europe Centre commercial Belle Epine, 94320 Thias
CSPS : LS Conseil - 1/3 rue Montéa, 75015 Paris



LINKCITY – ILE DE FRANCE

1 Av de FREYSSINET
78280 – GUYANCOURT

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
Projet ONYX
ZA les grands Champs

95500 LE THILLAY

Mission réalisée le 01/09/2020

N° D'AFFAIRE : 1910EN1D1000017
DESIGNATION : Analyse du Risque Foudre

DATE DU RAPPORT :
08/09/2020.

REFERENCE DU RAPPORT : 962SA_20_2991

V 9.ARF ICPE

Agence Equipements & Industrie
2, allée du petit Cher
37550 Saint AVERTIN
Tél. : +33 (0)2 47 70 40 30
Email : eqts.tours@socotec.com



Rév.	Date	Nb pages	Nature de la modification	
A	01/09/20	28	Version initiale du document	
B				
C				
			Rédacteur	Vérificateur
Nom			N.HOUDAYER	E.SIMON
Qualité			Intervenant certifié QUALIFOUDRE en ARF	Intervenant certifié QUALIFOUDRE en ARF
Date			08/09/2020	11/09/2020

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 de STOCKAGE (C & A)	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
Locaux Techniques.....	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
SYNTHESE DES RESULTATS.....	12

OBJET DU RAPPORT

La mission confiée à SOCOTEC a pour objet la réalisation d'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 (modélisation incendie).	03/09/2020	1910EN1D10000017
Plan de masse (1/500) : ATELIER M3	30/06/2020	02.1
Plan RDC & R+1 (1/200) : ATELIER M3	30/06/2020	02.3
Plan TOITURE (1/200) : ATELIER M3	30/06/2020	05.2

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 : après analyse des résultats des calculs de niveau de risque, l'utilisation de la méthode déterministe sera utilisée pour les éléments suivants :

Zones de bureaux A-B et C-D (séparation REI 120 avec les cellules de stockage) = protection non nécessaire

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 LINKCITY THONX ONYX est spécialisée dans le stockage de marchandises et de produits dangereux.

L'établissement est une ICPE soumise à enregistrement, les rubriques des installations classées soumises, sont 1510 (stockage de matières combustibles dans un entrepôt couvert), 2662 (stockage de polymères), 2663 (stockage de pneumatiques)

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 : **1,02**

- *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 :

Départ d'incendie au sein du stock de marchandises combustibles ou produits dangereux.

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

CELLULE DE STOCKAGE (C & A)

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée d'une charpente béton recouverte de bardage. La toiture est composée de bac acier recouvert d'étanchéité. Le bâtiment est divisé en quatre cellules de stockage (aux proportions identiques) par des parois coupe feux (REI120).

Etant donné cette particularité, il sera rédigé un calcul du niveau de protection, chaque cellule étant considéré indépendante (stabilité au feu).

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)	10-1 : 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 (matériaux isolants)	500	Non retenue
Arrivée BT (depuis le TGBT)	150 - 250	Enterrée
Liaison DATA (alarme incendie, sécurité intrusion)	150	Enterrée

TABLEAU 3

Equipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Système de sécurité incendie (détection)	Locaux Tech.	EIPS à protéger
Système d'extinction automatique (SPRINKLER)	Locaux Tech.	EIPS à protéger
Matériels fixes et mobiles de lutte contre l'incendie	Ensemble de l'Ets	Fonctionnement manuel

TABLEAU 4

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Il n'y a pas de protection contre la foudre pour cette structure, l'établissement est actuellement à l'état de projet.

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 :

Cellules de stockage*

ZF N°1 : Cellule de stockage logistique

ZF N°2 : Pourtour du bâtiment

*pour rappel les 4 cellules sont identiques.

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
Cellules de stockage	Niveau IV	Niveau IV

TABLEAU 5

La méthode d'évaluation du risque selon la norme [3] est appliquée au bâtiment (le logiciel JUPITER 2.0.1 est utilisé). Les données d'entrée sont celles présentées au § 2.ans protection spécifique contre la foudre, le risque R1 est supérieur au risque tolérable R_T .

Cellule C

Cellule A

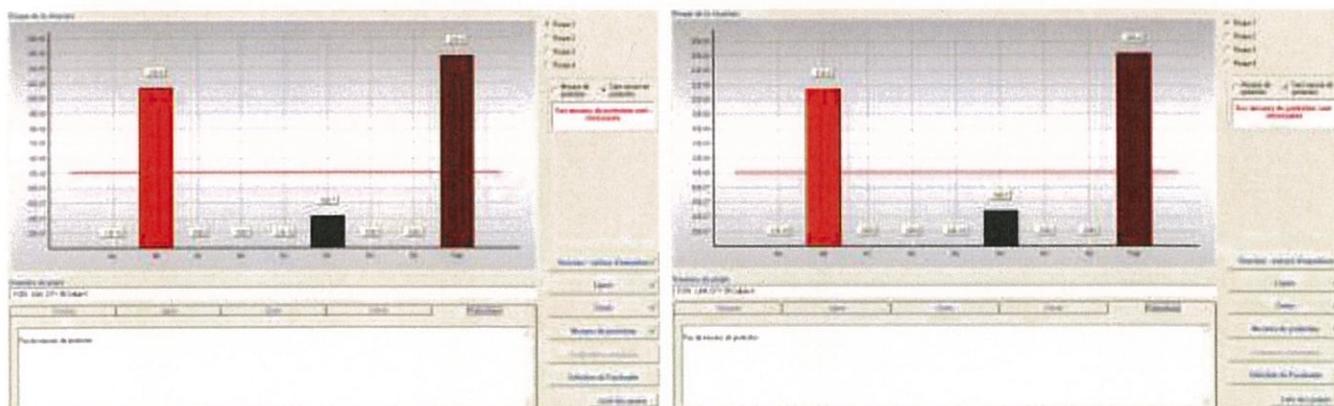


Figure 1 : Calcul du risque R1 (sans protection)

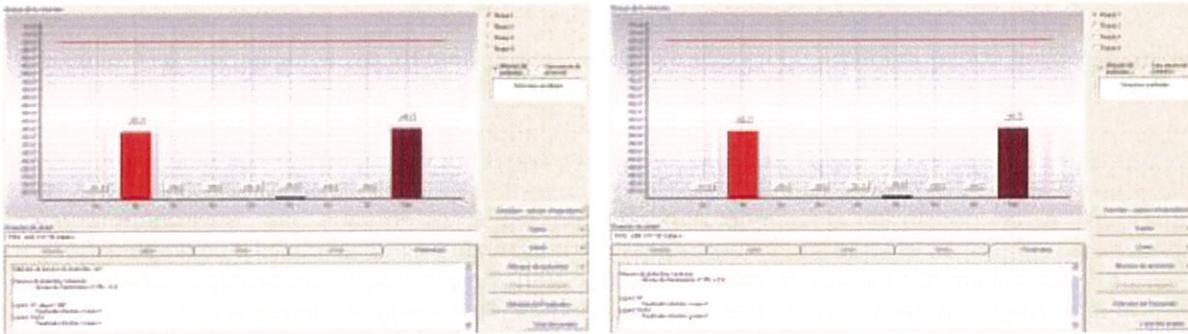


Figure 2 : Calcul du risque R1 (avec protection)

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

- système de détection incendie
- Système d'extinction automatique (SPRINKLER)

Des liaisons équipotentielles seront à réaliser sur les éventuelles canalisations ou conduits métalliques pénétrant la structure.

LOCAUX TECHNIQUES

1. DESCRIPTIF DE LA STRUCTURE

La structure est constituée de parois béton (équivalent REI120). La toiture est composée d'une dalle en béton et d'une couche d'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'ÉVALUATION

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)	10-2 : Ordinaire (charge calorifique retenue entre 400 MJ/m ² et 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
Canalisation d'eau (matériaux isolants)	500	Non retenue
Liaisons BT vers les cellules de stockage (depuis le TGBT)	150 à 250	Enterrée
Arrivée HT depuis le réseau public	1000	Cheminement enterré

TABLEAU 7

Équipements et installations importants pour sécurité	Localisation	Commentaire
Système de sécurité incendie (détection)	Non déterminé	EIPS à protéger
Système d'extinction automatique (SPRINKLER)	Non déterminé	EIPS à protéger
Matériels fixes et mobiles de lutte contre l'incendie	Ensemble de l'Éts	Fonctionnement manuel
Système de détection gaz de la chaufferie	Chaufferie	EIPS à protéger
Système de détection gaz des locaux de charge	Locaux de charge	EIPS à protéger

TABLEAU 8

3. DESCRIPTIF DE LA PROTECTION EN PLACE

Il n'y a pas de protection contre la foudre pour cette structure, l'établissement est actuellement à l'état de projet.

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 :

Utilités

ZF N°1 : locaux techniques

ZF N°2 : Pourtour du bâtiment

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
Locaux techniques	Non nécessaire	Non Nécessaire

TABLEAU 9

La méthode d'évaluation du risque selon la norme [3] est appliquée au bâtiment (le logiciel JUPITER 2.0.1 est utilisé). Les données d'entrée sont celles présentées au § 2.ans protection spécifique contre la foudre, le risque R1 est inférieur au risque tolérable R_T .

Locaux techniques

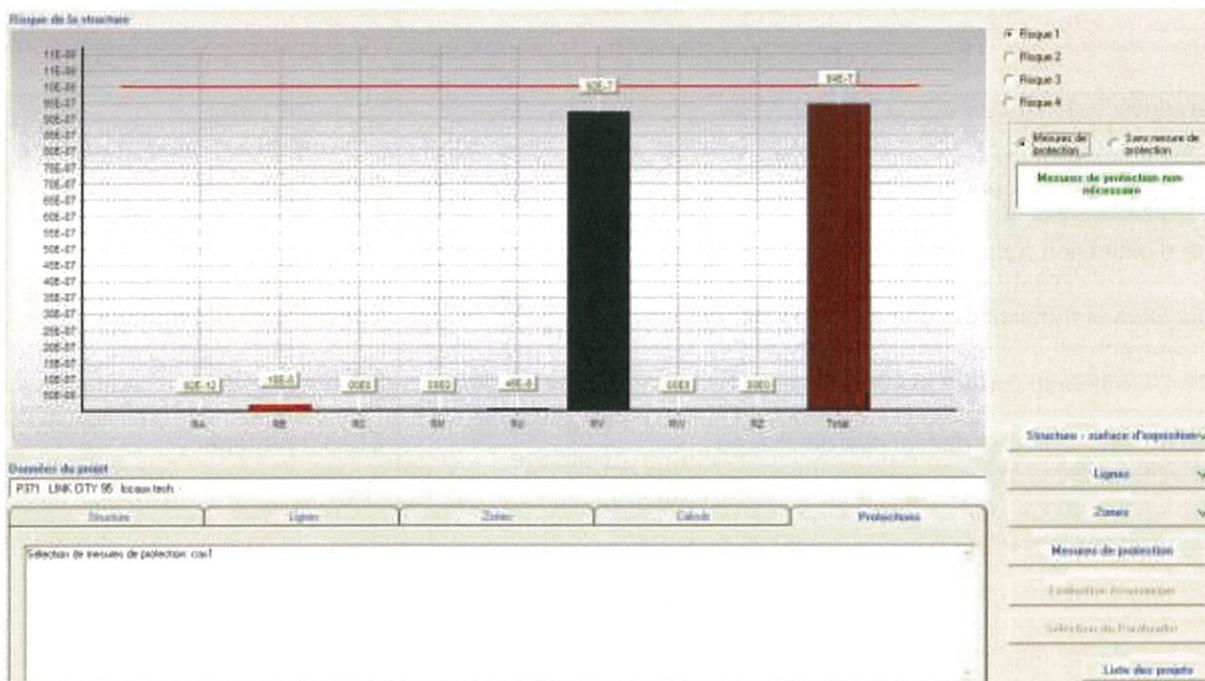


Figure 3 : Calcul du risque R1 (sans protection)

La protection des bâtiments n'est pas nécessaire, cependant il conviendra de mettre en place des parafoudres coordonnés pour protéger les équipements et installations importants pour la sécurité qui sont :

- système de détection incendie
- Système d'extinction automatique (SPRINKLER)
- système de détection gaz de la chaufferie
- système de détection gaz des locaux de charge

Des liaisons équipotentielle seront à réaliser sur les éventuelles canalisations ou conduits métalliques pénétrant la structure.

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
Cellules de stockage (A à D)	Niveau IV	Niveau IV
Locaux techniques	Non nécessaire	Non nécessaire

Tableau 10 : 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
Système de sécurité incendie	Non déterminé
Système d'extinction automatique (SPRINKLER)	Local SPRINKLER
Détection GAZ de la chaudière	Chaufferie
Détection GAZ des locaux de charge	Locaux de charge

Tableau 11 : 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.

ANNEXES

Annexe 1 : Contexte réglementaire	14
Annexe 2 : Activité orageuse locale	15
Annexe 3 : Plan du site	17
Annexe 4 : Cellules de stockage (note de calcul)	18
Annexe 5 : Locaux techniques (note de calcul)	25

ANNEXE 1 : CONTEXTE REGLEMENTAIRE

REGLEMENTATION FRANÇAISE

- [1] Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 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

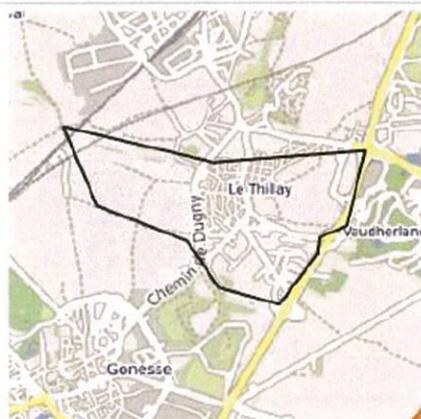
- [3] NF EN 62305-2 : Protection contre la foudre – Partie 2 : évaluation du risque (novembre 2006).
- [4] NF EN 62305-3 : Protection contre la foudre – Partie 3 : dommages physiques sur les structures et risques humains.
- [5] NF EN 62305-4 : Protection contre la foudre – Partie 4 : réseaux de puissance 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 : ACTIVITE ORAGEUSE LOCALE



STATISTIQUES EN LIGNE

Résumé



Ville :
LE THILLAY (95612)

Superficie :
3,72 km²

Période d'analyse :
1 janvier 2010 - 31 décembre 2019

Statistiques du foudroiement

→ N_{SG} : 1,02 impacts/km²/an



Indice de confiance statistique : **Médiocre**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,76 - 1,44].

→ Nombre de jours d'orage : 5 jours par an

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

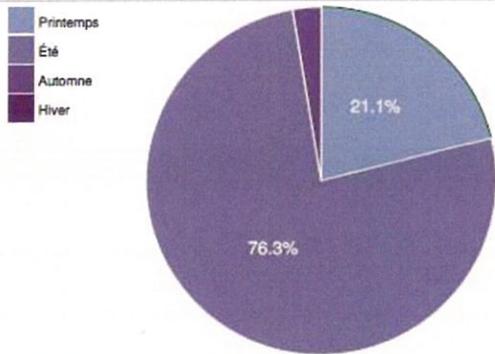
Records

Année record : 2013 (2,69 impacts/km²/an)

Mois record : Juin 2013

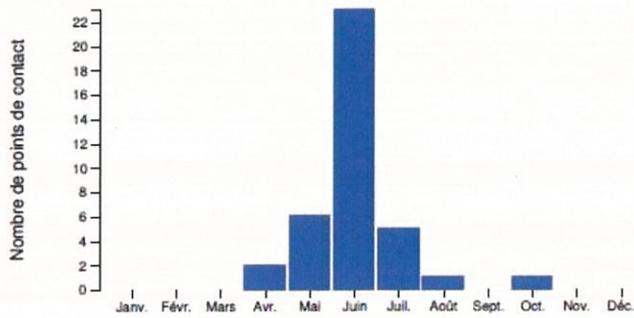
Jour record : 19 juin 2013

Répartition saisonnière



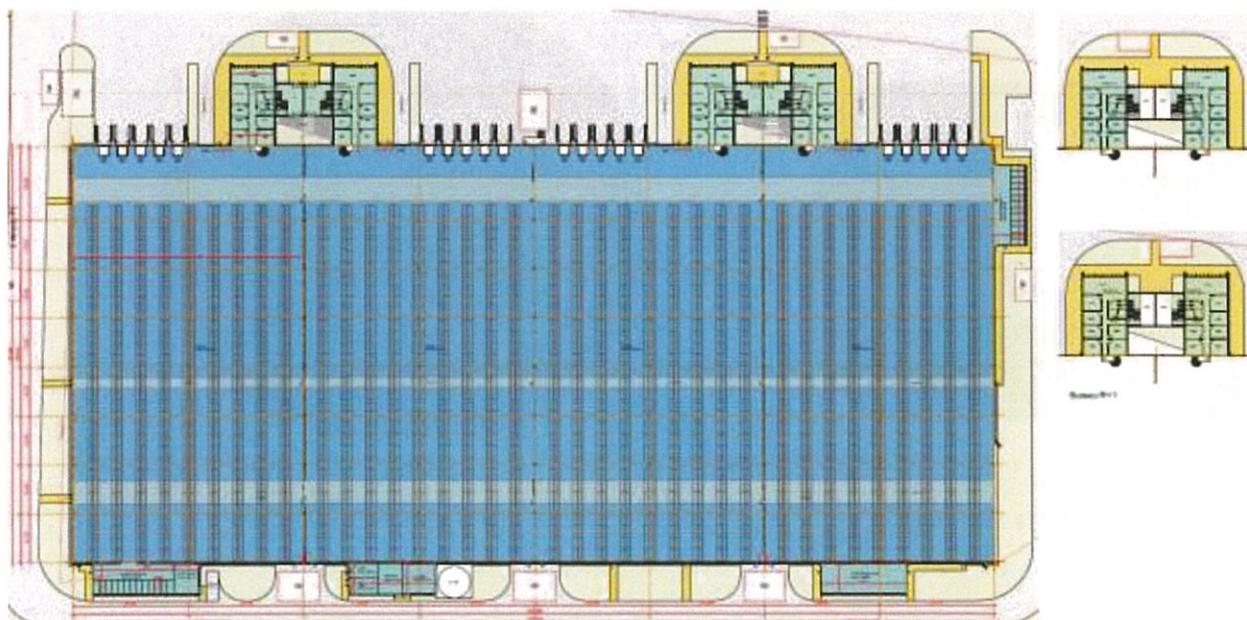
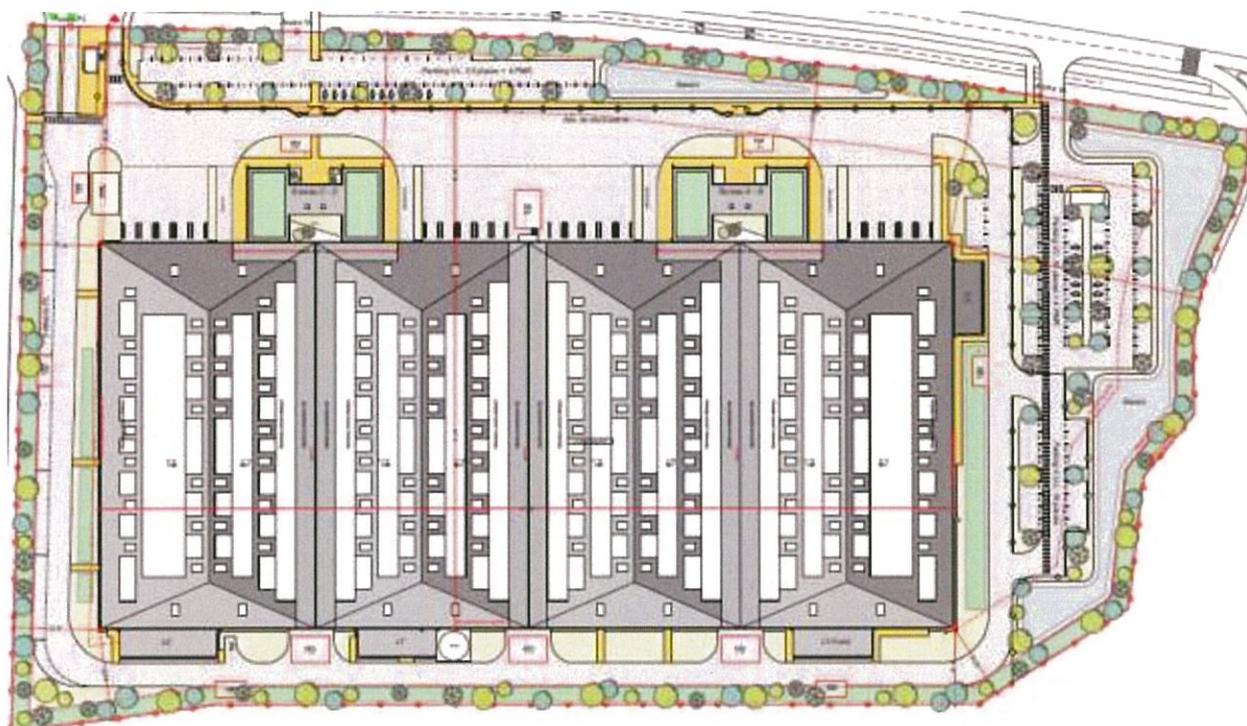
Répartition saisonnière sur toute la période du Nombre de points de contact.

Répartition par mois



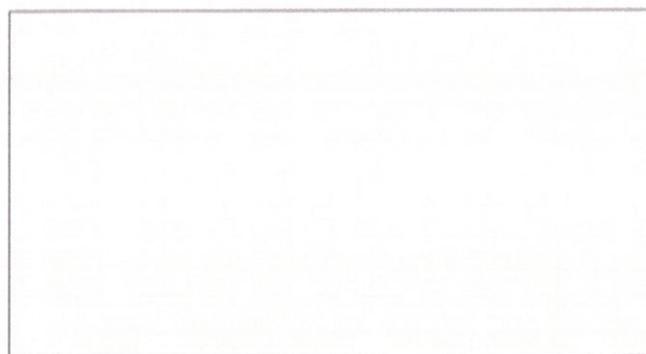
Répartition par mois sur toute la période du Nombre de points de contact.

ANNEXE 3 : PLAN DU SITE



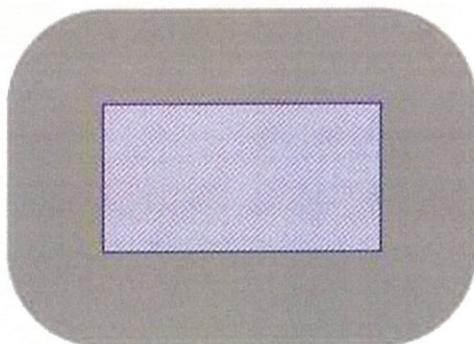
ANNEXE 4 : CELLULES DE STOCKAGE (NOTE DE CALCUL)

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

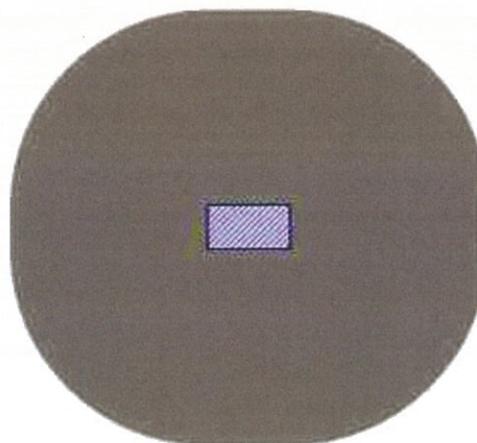


Echelle: 10 m

Cellule C (paramètres identiques pour les cellules A. B. D)



Surface d'exposition A_d (km²)
= 2,14E-02



Surface d'exposition A_m (km²)
= 2.83E-01

Calculs Cellule C:

Calcul de R1

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

Z1: INT
 RB: 2,14E-05
 RU(1): 5,40E-10
 RV(1): 1,08E-06
 RU(2): 1,58E-09
 RV(2): 3,17E-06
 Total: 2,57E-05

Z2: EXT
 RA: 1,07E-09
 Total: 1,07E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure :
2,57E-05

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,57E-05 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de le réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - INT
 RD = 83,4346 %
 RI = 16,5612 %
 Total = 99,9958 %
 RS = 0,0083 %
 RF = 99,9876 %
 RO = 0 %
 Total = 99,9959 %

Z2 - EXT
 RD = 0,0042 %
 RI = 0 %
 Total = 0,0042 %
 RS = 0,0042 %
 RF = 0 %
 RO = 0 %
 Total = 0,0041 %

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 - INT (99,9958 %)
- essentiellement due à dommages physiques
 - principalement en raison de coups de foudre frappant la structure
 - la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
 RB = 83,4381 %
 dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

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 - INT

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

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV (Pb = 0,2)
- Pour la ligne Ligne1 - BT depuis TGBT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - DATA:
 - 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: INT

Pa = 1,00E+00

Pb = 0,2

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) = 3,00E-02

Pv (1) = 3,00E-02

Pw (1) = 1,00E+00

Pz (1) = 4,00E-01

Pu (2) = 3,00E-02

Pv (2) = 3,00E-02

Pw (2) = 1,00E+00

Pz (2) = 1,00E+00

ra = 0,01

rp = 0,2

rf = 0,1

h = 2

Zone Z2: EXT

Pa = 1,00E+00

Pb = 0,2

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

ra = 0,00001

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: INT

RB: 4,28E-06

RU(1): 1,62E-11

RV(1): 3,24E-08

RU(2): 4,75E-11

RV(2): 9,50E-08

Total: 4,41E-06

Z2: EXT

RA: 1,07E-09

Total: 1,07E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure :
4,41E-06

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 = 1

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT depuis TGBT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques

uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) Lc = 100

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): 4 H (m): 5

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

Caractéristiques des lignes: DATA

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

Longueur (m) Lc = 150

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): 35
B (m): 10 H (m): 8

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

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: INT

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 BT depuis TGBT
 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 DATA
 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:INT
 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:INT
 Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: EXT

Type de zone: Extérieur
 Type de surface: Asphalté (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 =0,01

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 =2,14E-02 km²
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à
 proximité de la structure Am =2,83E-01 km²
 Nombre annuel d'événements dangereux à
 cause des coups de foudre directes sur la
 structure Nd =1,07E-02

Nombre annuel d'événements dangereux en
 raison de coups de foudre à proximité de la
 structure Nm =2,72E-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 TGBT
 Ai = 0,001096 km²
 Ai = 0,055902 km²

DATA
 Ai = 0,002012 km²
 Ai = 0,083853 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 TGBT
 Ni = 0,000274
 Ni = 0,027951

DATA
 Ni = 0,000503
 Ni = 0,041926

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: INT
 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: EXT
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 1,0
 Pc = 1,00E+00
 Pm = 1,00E+00

Calculs Cellule A:

Calcul de R1

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

Z1: INT
 RB: 2,14E-05
 RU(1): 1,38E-09
 RV(1): 2,76E-06
 RU(2): 1,06E-09
 RV(2): 2,12E-06
 Total: 2,63E-05

Z2: EXT
 RA: 1,07E-09
 Total: 1,07E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure :
2,63E-05

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 2,63E-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 - INT
 RD = 81,4439 %
 RI = 18,552 %
 Total = 99,9959 %
 RS = 0,0093 %
 RF = 99,9867 %
 RO = 0 %
 Total = 99,996 %

Z2 - EXT
 RD = 0,0041 %
 RI = 0 %
 Total = 0,0041 %
 RS = 0,0041 %
 RF = 0 %
 RO = 0 %
 Total = 0,004 %

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 - INT (99,9959 %)
 - essentiellement due à dommages physiques
 - principalement en raison de coups de foudre frappant la structure
 - la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant les composantes du risque :
 - RB = 81,4472 %
 - dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

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 - INT

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

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV (Pb = 0,2)
- Pour la ligne Ligne1 - BT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - DATA:
 - 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: INT
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 0,2
 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) = 3,00E-02
 Pv (1) = 3,00E-02
 Pw (1) = 1,00E+00
 Pz (1) = 4,00E-01
 Pu (2) = 3,00E-02
 Pv (2) = 3,00E-02
 Pw (2) = 1,00E+00
 Pz (2) = 1,00E+00
 ra = 0,01
 rp = 0,2
 rf = 0,1
 h = 2

Zone Z2: EXT
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 0,2
 Pc = 1,00E+00
 Pm = 1,00E+00
 ra = 0,00001
 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: INT
 RB: 4,28E-06
 RU(1): 4,14E-11
 RV(1): 8,27E-08
 RU(2): 3,17E-11
 RV(2): 6,35E-08
 Total: 4,43E-06

Z2: EXT
 RA: 1,07E-09

Total: 1,07E-09

Valeur du risque total R1 pour la structure :
4,43E-06

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 = 1

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 = 250

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): 4 H (m): 5

Facteur d'emplacement de la structure

adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: DATA

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

Longueur (m) Lc = 150

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): 35
 B (m): 4 H (m): 5

Facteur d'emplacement de la structure

adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: INT

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 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 DATA
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:INT
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:INT
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 =0,01

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 =2,14E-02 km²
Surface d'exposition due aux coups de foudre à
proximité de la structure Am =2,83E-01 km²
Nombre annuel d'événements dangereux à
cause des coups de foudre directes sur la
structure Nd =1,07E-02
Nombre annuel d'événements dangereux en

raison de coups de foudre à proximité de la
structure Nm =2,72E-01

Lignes électriques

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

BT

AI = 0,004450 km²
Ai = 0,139754 km²

DATA

AI = 0,002214 km²
Ai = 0,083853 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 = 0,001112
Ni = 0,069877

DATA

NI = 0,000553
Ni = 0,041926

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: INT

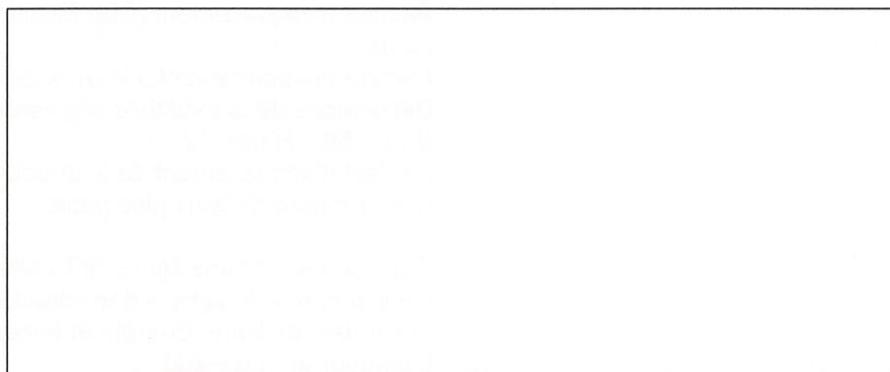
Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc (1) = 1,00E+00
Pc (2) = 1,00E+00
Pc = 1,00E+00
Pm (1) = 1,00E-04
Pm (2) = 9,00E-03
Pm = 9,10E-03
Pu (1) = 1,00E+00
Pv (1) = 1,00E+00
Pw (1) = 1,00E+00
Pz (1) = 4,00E-01
Pu (2) = 1,00E+00
Pv (2) = 1,00E+00
Pw (2) = 1,00E+00
Pz (2) = 1,00E+00

Zone Z2: EXT

Pa = 1,00E+00
Pb = 1,0
Pc = 1,00E+00
Pm = 1,00E+00

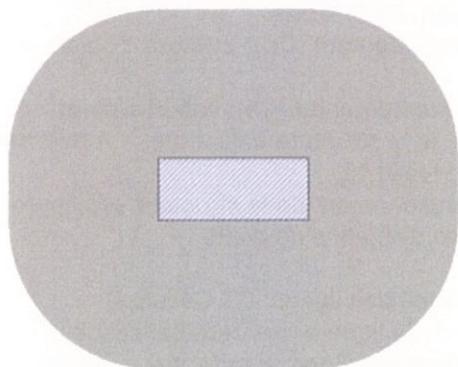
ANNEXE 5 : LOCAUX TECHNIQUES (NOTE DE CALCUL)

Evaluation selon la norme NF EN 62305-2

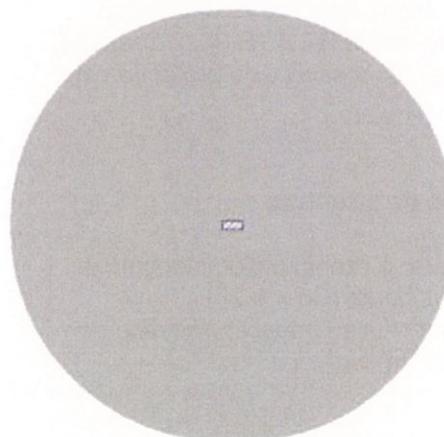



Echelle: 2 m

Utilités, locaux techniques



Surface d'exposition A_d (km²)
= 3,68E-03



Surface d'exposition A_m (km²)
= 2,05E-01

Calculs :

Calcul de R1

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

Z1: INT

RB: 1,84E-07

RU(2): 1,15E-08

RV(2): 2,30E-06

RU(1): 1,09E-09

RV(1): 2,18E-07

RU(3): 1,12E-08

RV(3): 2,25E-06

RU(4): 1,10E-08

RV(4): 2,19E-06

RU(5): 1,12E-08

RV(5): 2,25E-06

Total: 9,43E-06

Z2: EXT

RA: 9,20E-11

Total: 9,20E-11

Valeur du risque total R1 pour la structure :

9,43E-06

Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 9,43E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05

SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total R1 = 9,43E-06 est inférieur au risque tolérable RT = 1E-05, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

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/km² an) Ng = 1

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation HT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT
Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

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

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

Caractéristiques des lignes: BT cellule A

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie 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): 100

B (m): 56 H (m): 12

Facteur d'emplacement de la structure adjacente

(Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: BT cellule B

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

Longueur (m) Lc = 200

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): 100

B (m): 56 H (m): 12

Facteur d'emplacement de la structure adjacente

(Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: BT Cellule C

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

Longueur (m) Lc = 150

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): 100

B (m): 56 H (m): 12

Facteur d'emplacement de la structure adjacente

(Cd): Entouré d'objets plus petits

Caractéristiques des lignes: BT Cellule D

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

Longueur (m) Lc = 200

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): 100

B (m): 56 H (m): 12

Facteur d'emplacement de la structure adjacente

(Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: INT
 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 interne2

Connecté à la ligne BT cellule A
 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 interne1

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

Réseaux interne3

Connecté à la ligne BT cellule B
 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 interne4

Connecté à la ligne BT Cellule C
 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 interne5

Connecté à la ligne BT Cellule D
 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:INT
 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:INT
 Risque 1: R_b R_u R_v

Caractéristiques de la zone: EXT

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

Risque et composantes du risque pour la zone:EXT
 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 $A_d = 3,68E-03 \text{ km}^2$
 Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,05E-01 \text{ km}^2$
 Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 9,20E-04$
 Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 2,04E-01$

Lignes électriques

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

Alimentation HT
 $A_l = 0,021824 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

BT cellule A
 $A_l = 0,004249 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,139754 \text{ km}^2$

BT cellule B
 $A_l = 0,003130 \text{ km}^2$
 $A_i = 0,111803 \text{ km}^2$

BT Cellule C
 AI = 0,002012 km²
 Ai = 0,083853 km²

BT Cellule D
 AI = 0,003130 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:

Alimentation HT
 NI = 0,001091
 Ni = 0,055902

BT cellule A
 NI = 0,001062
 Ni = 0,069877

BT cellule B
 NI = 0,000783
 Ni = 0,055902

BT Cellule C
 NI = 0,000503
 Ni = 0,041926

BT Cellule D
 NI = 0,000783
 Ni = 0,055902

Pu (1) = 1,00E+00
 Pv (1) = 1,00E+00
 Pw (1) = 1,00E+00
 Pz (1) = 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

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

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: INT
 Pa = 1,00E+00
 Pb = 1,0
 Pc (2) = 1,00E+00
 Pc (1) = 1,00E+00
 Pc (3) = 1,00E+00
 Pc (4) = 1,00E+00
 Pc (5) = 1,00E+00
 Pc = 1,00E+00
 Pm (2) = 1,00E-04
 Pm (1) = 1,00E-04
 Pm (3) = 1,00E-04
 Pm (4) = 1,00E-04
 Pm (5) = 1,00E-04
 Pm = 5,00E-04
 Pu (2) = 1,00E+00
 Pv (2) = 1,00E+00
 Pw (2) = 1,00E+00
 Pz (2) = 4,00E-01