



ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

PARC D'ACTIVITE LOGISTIQUE
BERRE INVEST
13130 BERRE L'ETANG

21 mars 2025



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) Didier LESCHI / Grégory FELS
Version A
Référence BAUF1249AEI_NTE_0001_A

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
A	Mars 2025	Didier LESCHI / Grégory FELS	Pascal BLASQUEZ	Création

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Hortense HERPIN	EGIS Bâtiment Rhône Alpes



SOMMAIRE

1 - OBJET DE L'ÉTUDE	6
2 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE.....	6
2.1 - Textes réglementaires	6
2.2 - Normalisation pour la protection contre la foudre	6
2.3 - Guides techniques et autres documents	6
2.4 - Données d'entrée.....	7
3 - REQUIS REGLEMENTAIRES	7
3.1 - Périmètre de l'arrêté ICPE du 4 octobre 2010 modifié.....	7
3.2 - ICPE visés par l'arrêté.....	7
4 - RAPPEL DES RISQUES LIES A LA FOUDRE	7
5 - METHODOLOGIE	10
6 - PRESENTATION DU SITE	10
6.1 - Localisation géographique	10
6.2 - Le projet.....	11
6.3 - Alimentation électrique du site.....	12
6.4 - Réseau de terre	12
6.5 - Adduction télécoms	12
6.6 - Canalisations métalliques entrantes / sortantes	12
6.7 - Autres réseaux raccordés au site.....	12
6.8 - Moyens de détection et de lutte contre les incendies	12
6.9 - Protection foudre existante.....	12
6.10 - Densité de foudroiement de la commune	12
7 - IDENTIFICATION DES RISQUES	14
7.1 - Rubriques ICPE et réglementation foudre	14
7.2 - Installations ressortant de l'Etude De Dangers (EDD)	14
7.3 - Agressions provenant de la foudre.....	14
7.3.1 - Enregistrement des agressions foudre	14
7.3.1.1 - Réglementation.....	14
7.3.1.2 - Dispositif présent	14
7.3.2 - Mesures de prévention en cas d'orage.....	14
7.3.3 - Retour d'expérience	15
7.3.3.1 - Analyse des accidents du passé.....	15
7.3.3.2 - Références bibliographiques d'accidents foudre sur des installations similaires	15
7.3.3.3 - Description d'accidents et d'incidents survenus	16
7.3.3.4 - Accidentologie foudre recensée sur le site	17
7.4 - Synthèse des installations prises en compte	17

8 - CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE FOUDRE POUR LES NOUVEAUX GROUPES	18
8.1 - Principe.....	18
8.2 - Paramètres retenus pour le calcul du risque	19
8.2.1 - Risques calculés	19
8.2.2 - Découpage des structures pour les calculs probabilistes	19
8.2.3 - Données d'entrée pour l'évaluation probabiliste.....	20
8.2.3.1 - Données générales.....	20
8.2.3.2 - Paramètres pour la structure.....	20
8.2.3.3 - Caractéristiques des lignes.....	21
8.2.3.4 - Caractéristiques des zones.....	22
8.3 - Résultats des calculs probabilistes.....	24
8.3.1 - Calculs sans protection	24
8.3.2 - Sélection des mesures de protection.....	24
8.3.3 - Calculs avec protection	24
9 - ANALYSE DETERMINISTE DU RISQUE FOUDRE.....	25
9.1 - Systèmes de lutte contre les incendies.....	25
9.2 - Mesures de prévention	25
10 - SYNTHESE DES BESOINS EN PROTECTION ET EN PREVENTION.....	26
10.1 - Protections à mettre en œuvre	26
10.2 - Moyens de prévention à mettre en place	26
11 - CONCLUSION	27
ANNEXE 1-RESULTATS DE RECHERCHE DANS LA BASE DE DONNEE ARIA....	28
ANNEXE 2-STATISTIQUE DE FOUDROIEMENT.....	36
ANNEXE 3-DETAILS DES CALCULS JUPITER.....	38

ANNEXES

Annexe 1-RESULTATS DE RECHERCHE DANS LA BASE DE DONNEE ARIA

Annexe 2-STATISTIQUE DE FOUDROIEMENT

Annexe 3-DETAILS DES CALCULS JUPITER

ACRONYMES

ARF	Analyse du Risque Foudre
ASI	Alimentation Sans Interruption
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles
BT	Basse Tension
CFA	Courant FAible
CFO	Courant FOrt
DCC	Densité de Charge Calorifique
EDD	Etude De Dangers
ETF	Etude Technique de protection contre la Foudre
GE	Groupe Electrogène
HT	Haute Tension
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEPF	Installation Extérieure de Protection contre la Foudre
SPF	Système de Protection Foudre
SSI	Système de Sécurité Incendie
TGBT	Tableau Général Basse Tension

DEFINITIONS

- Densité de foudroiement (N_G) : Moyenne du nombre d'éclairs nuage-sol par unité de surface et par unité de temps (éclairs/km²/an).
- Densité des points d'impact de foudre au sol (N_{SG}) : Moyenne du nombre de points d'impact de foudre au sol ou sur des objets situés au sol par unité de surface et par unité de temps (points d'impact/km²/an).
- Parafoudre : Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de foudre.
- Paratonnerre : Dispositif destiné à protéger les bâtiments des effets de la foudre.

1 - OBJET DE L'ÉTUDE

La société Berre Invest projette la construction d'une nouvelle plateforme logistique pour le compte d'exploitants en charge du stockage et de la distribution de produits manufacturés. Ce site est situé sur la commune de Berre-l'Étang (13130).

Ce projet exploitera des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). En particulier, certaines activités seront soumises à la rubrique 1510-E, dont l'arrêté du 11 avril 2017 [4] stipule à l'annexe I §15 : "L'entrepôt est équipé d'une installation de protection contre la foudre respectant les dispositions de la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 susvisé." Ce projet est donc visé par l'arrêté du 04 Octobre 2010 modifié [1].

Conformément à cet arrêté, ce document constitue l'Analyse du Risque Foudre (ARF).

EGIS, société certifiée QUALIFOUDRE (n°061181458034), a été mandatée pour réaliser cette ARF.



2 - DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

2.1 - Textes réglementaires

- [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] **Arrêté du 15 janvier 2008** relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées (abrogé par l'arrêté du 19 juillet 2011).
- [3] **Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'arrêté du 15 janvier 2008 relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées.
- [4] **Arrêté du 11 avril 2017** modifié relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510.

2.2 - Normalisation pour la protection contre la foudre

Les normes concernant la protection des installations contre la foudre sont :

- [5] **Norme NF EN 62305-1** : Protection contre la foudre - Partie 1 : Principes généraux (Novembre 2013).
- [6] **Norme NF EN 62305-2** : Protection contre la foudre - Partie 2 : Evaluation des risques (Décembre 2012).
- [7] **Norme NF EN 62305-3** : Protection contre la foudre - Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains (Décembre 2006).
- [8] **Norme NF C 15-100** : Installations électriques basse tension (Compil juin 2015).

2.3 - Guides techniques et autres documents

- [9] **Guide UTE C 15-443, § 7 et 8** : Protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres - Choix et installations des parafoudres (Août 2004).
- [10] **Guide UTE C 17-100-2** : Protection contre la foudre - Partie 2 : évaluation des risques (Janvier 2005).
- [11] **Note technique QUALIFOUDRE** concernant l'utilisation de la valeur de densité de foudroiement N_{sg} (octobre 2017).

2.4 - Données d'entrée

NUM	LIBELLE DU DOCUMENT	REFERENCE	IND.	DATE
[12]	Plan masse	Plan Atelier M3	01	24/03/2025
[13]	Etude Flumilog	Document EODD	01	24/03/2025
[14]	Plan toitures	Plan Atelier M3	01	24/03/2025
[15]	Plans de façades	Plan Atelier M3	01	24/03/2025
[16]	Rubriques ICPE	Document EODD	01	24/03/2025
[17]	Plan de sécurité	Plan Atelier M3	01	24/03/2025

3 - REQUIS REGLEMENTAIRES

3.1 - Périmètre de l'arrêté ICPE du 4 octobre 2010 modifié

L'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 modifié [1] stipule dans son article 16 qu'une agression par la foudre sur certaines installations classées pourrait être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte, directement ou indirectement, aux intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement (protection de l'environnement et des personnes).

Code de l'Environnement : Article L. 511-1 :

(Loi n° 2001-44 du 17 janvier 2001 art. 11 IV Journal Officiel du 18 janvier 2001)

Sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

Les dispositions du présent titre sont également applicables aux exploitations de carrières au sens des articles 1er et 4 du code minier.

3.2 - ICPE visés par l'arrêté

Les ICPE visées à la section III - article 16 de l'arrêté sont les installations soumises à autorisation dont le numéro de rubrique de la nomenclature des Installations Classées figure dans la liste ci-dessous :

Toutes les rubriques de la série des 1000 et des 4000 ;

Les rubriques de la série 2000 suivantes : 2160, 2250, 2345, 2420, 2430, 2450, 2531, 2541 à 2552, 2562, 2566 à 2570, 2620 à 2661, 2670 à 2681, 2718, 2770, 2771, 2782, 2790, 2791, 2795, 2797, 2910 et 2950 ;

Les rubriques de la série 3000 suivantes : 3110 à 3260, 3410 à 3510, 3550, 3610, 3670 et 3700.

Nota : Certaines ICPE soumises à déclaration ou enregistrement peuvent être soumises à des prescriptions de protection contre la foudre, faisant référence à l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

4 - RAPPEL DES RISQUES LIES A LA FOUDRE

La foudre est une très violente et très brève décharge électrique qui traverse l'espace atmosphérique normalement isolant depuis la masse du nuage d'orage jusqu'au sol.

Rien qu'en France, il y a environ 1,5 à 2 millions de coups de foudre qui frappent le sol chaque année. La fréquence de foudroiement est très variable d'un point à un autre du territoire.

La densité moyenne du foudroiement se caractérise par le nombre d'impacts au sol par km² et par an. En France, c'est dans le Sud-Est que la foudre frappe le plus.

Ces gigantesques étincelles ont des intensités très variables, de 3 000 A pour les plus faibles à plus de 300 000 A pour les plus fortes, avec une intensité moyenne d'environ 30 000 A.

Une autre caractéristique est l'extrême brièveté de l'établissement de ces courants électriques très intenses. Les variations très rapides dans le temps de ces fortes intensités sont la cause du rayonnement d'ondes électromagnétiques qui se propagent dans l'espace exactement comme les ondes radio. Ainsi, le canal de foudre se comporte comme une antenne de plusieurs kilomètres de haut.

Ce fort rayonnement électromagnétique est responsable d'un nombre important de nuisances qui peuvent aller jusqu'à la destruction d'appareils électriques sensibles sans que la foudre ne les ait touchés directement.

Les effets de la foudre peuvent être classés en différentes catégories :

■ Les effets directs :

Ils se produisent lorsque la foudre touche directement un objet, le courant électrique s'écoulant jusqu'au sol à travers la structure atteinte.

■ Les effets indirects :

Ils sont les plus fréquents. Ils se font ressentir à distance, sans que l'objet ou la personne soit touché directement par l'éclair et peuvent être perçus à des distances relativement importantes du point d'impact, parfois même sans que l'on ait entendu le tonnerre.

Il est assez souvent difficile de distinguer ces deux effets car, dans de nombreux cas, le résultat final est souvent identique et ils se produisent de plus simultanément.

■ Les effets liés aux échauffements :

Ils sont dus au passage du courant de foudre circulant dans les éléments atteints directement.

L'élévation de température peut aller jusqu'à la fusion et la perforation d'objets métalliques, la vitrification du sable, l'explosion de matériaux de nature diverse ou la mise à feu de produits inflammables.

Les isolants naturels tels que le bois, la pierre, la maçonnerie comportent souvent des fissures où peut s'accumuler de l'humidité conductrice de l'électricité.

Sous l'effet du courant électrique, cette humidité est instantanément et violemment transformée en vapeur d'eau et réagit sous la forme d'une violente explosion pouvant entraîner la rupture ou la destruction de l'objet isolant (destruction de clochers d'églises ou de blocs de rochers.)

C'est cet effet thermique qui explique également la destruction parfois totale des arbres par vaporisation brutale de la sève sous l'effet de la chaleur de l'arc électrique.

■ Les effets liés à l'effet de souffle :

Au passage de l'arc de foudre, sous l'effet de la chaleur, la brusque dilatation des gaz de l'air provoque une violente surpression (effet de blast) et la déflagration peut renverser des murs et de lourds objets ou projeter à terre une personne sans qu'elle soit touchée directement.

■ Les effets liés à la circulation des courants dans le sol :

Du fait de la résistivité du sol, le passage du courant électrique se traduit obligatoirement par une montée en tension de la terre locale.

Cette montée en tension peut atteindre des valeurs très élevées à proximité d'un impact de foudre, 300 000 volts pour un courant de foudre de 30 000 A et une résistance de sol de 10 ohms (loi d'Ohm).

L'électrocution par tension de pas, qui est assez fréquente, est une des conséquences de l'élévation du potentiel de la terre : lorsque la foudre touche le sol, une onde de courant se propage en surface et rayonne tout autour du point d'impact (comme quand on jette une pierre dans une étendue d'eau) sur des distances qui peuvent être relativement importantes.

Si une personne ou un animal en contact avec le sol se trouve à proximité de l'impact, du fait de la résistivité du sol, le courant va rentrer par une jambe et ressortir par l'autre, et il sera d'autant plus

important que l'espacement entre les pieds ou les pattes est grand. C'est le foudroisement par tension de pas qui explique l'électrocution massive du bétail dans les champs, c'est aussi pourquoi il est fortement déconseillé de courir ou de marcher à grandes enjambées par temps d'orage.

Les surtensions de foudre sur les réseaux sont créées par le foudroisement direct d'une ligne électrique ou téléphonique, par rayonnement électromagnétique ou par la montée en potentiel de la terre locale (retour de courant par le sol).

Il existe d'autres effets, moins connus mais tout aussi dangereux :

- Le rayonnement électromagnétique produit par le canal de foudre concerne le réseau énergie et téléphonique et toutes les installations électriques et électroniques situées à l'intérieur de bâtiments.
- Comme expliqué plus haut, il est responsable d'un nombre important de dommages sur les appareils contenant des composants électroniques et d'une pollution de type " radio " avec création d'interférences ou de parasites sur les installations sensibles (systèmes d'alarme, domotique, micro-informatique, télécommunication), etc....
- Le claquage des isolants concerne essentiellement le réseau électrique ou téléphonique. Il se manifeste par le percement des revêtements isolants entourant les conducteurs soumis à une très forte surtension électrique et par la création d'arcs ou d'étincelles entre chaque conducteur ou entre les conducteurs et une masse métallique.

La norme NF EN 62305-1 [5] liste les effets de la foudre sur divers types de structures en fonction de leur fonction et/ou leur contenu.

Pour cette installation, les effets de la foudre à considérer sont les suivants :

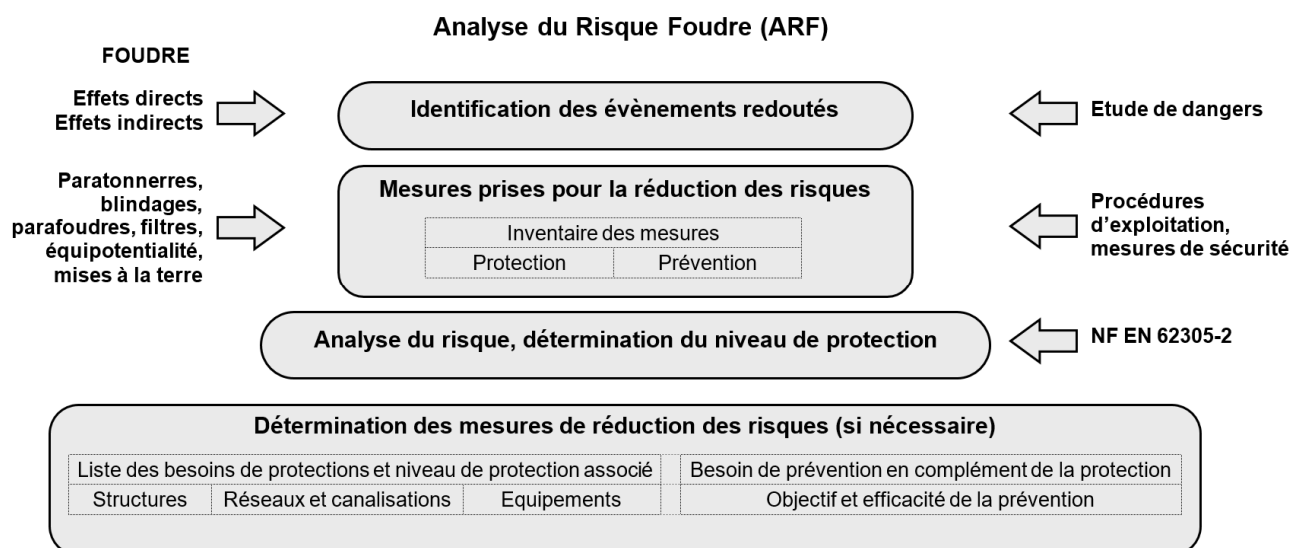
TYPE DE STRUCTURE	EFFETS DE LA FOUDRE
Industrie	■ Dommages dans l'installation électrique (par exemple, éclairage) susceptibles de provoquer la panique ; ■ Défaillance des alarmes incendie et retards des mesures anti-incendie ; ■ Effets complémentaires en fonction des produits stockés, allant de la dégradation mineure aux dégâts inacceptables avec perte de production.

Tableau 1 – Effets de la foudre identifiés pour les structures similaires au site étudié (extrait de la norme NF EN 62305-1 [5])

5 - METHODOLOGIE

La démarche adoptée, basée sur celle proposée par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié [1] (voir schéma ci-dessous), comprend en particulier les points suivants :

- Description des structures et des mesures de protections existantes ;
- Identification des structures à étudier et des risques associés ;
- Évaluation probabiliste du risque pour ces structures et détermination du niveau de protection nécessaire ;
- Conclusions sur les dispositions à prendre.



6 - PRESENTATION DU SITE

6.1 - Localisation géographique

Le site du projet de parc logistique Berre Invest est situé sur la commune de Berre-l'Étang (13130) (voir Figure 1 et Figure 2), lieu-dit Shell Berre, au sein du pôle pétrochimique de Berre qui couvre près de 1 000 hectares, situé au bord de l'étang de Berre à 30 km de Marseille.

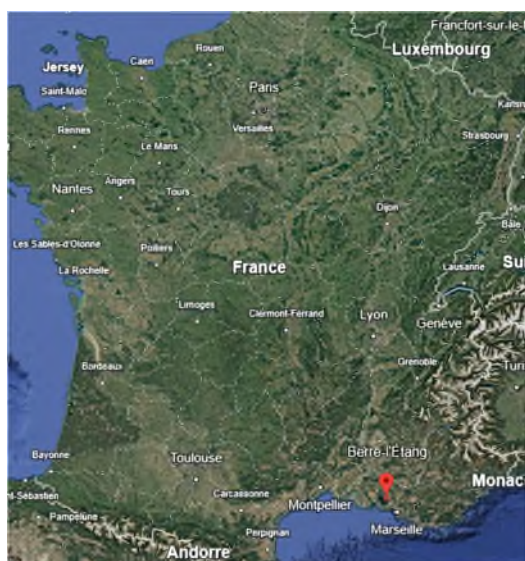


Figure 1 – Localisation du site à l'échelle nationale (extrait de GOOGLE EARTH)



Figure 2 – Implantation du site à l'échelle locale

6.2 - Le projet

Le projet concerne la construction d'un entrepôt logistique composé de 7 cellules de stockage associées à un pôle bureaux, locaux sociaux et utilités. Le stockage est composé de six cellules (C01 à C06) similaires et d'une cellule plus petite (C07/C07bis).

L'entrepôt logistique prévoit d'accueillir des « produits de grande consommation » à destination des centres distributeurs régionaux.

Le plan de masse est reproduit ci-dessous (Figure 3) et un croquis est présenté à la Figure 4.

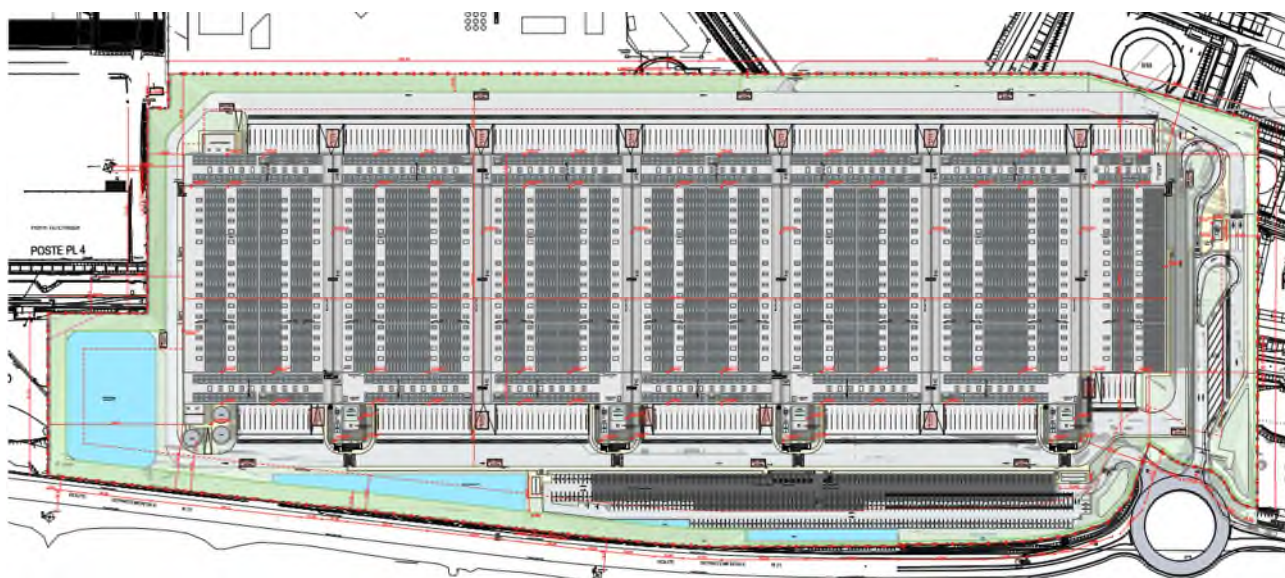


Figure 3 – Plan de masse du projet (extrait du document [12])



Figure 4 – Insertion du projet dans son environnement

6.3 - Alimentation électrique du site

Le site sera alimenté par des postes de transformation HT/BT accolés à la structure en façade sud. De ce poste de transformation, plusieurs TGBT distribueront l'énergie électrique aux différents locaux dont les bureaux, cellules de l'entrepôts et les locaux utilités.

6.4 - Réseau de terre

Sans Objet : Aucune information fournie.

6.5 - Adduction télécoms

La nature du raccordement du site au réseau Télécoms n'a pas été fournie. L'hypothèse d'un raccordement par liaison cuivre sera retenue (hypothèse majorante).

6.6 - Canalisations métalliques entrantes / sortantes

Canalisations et conduites métalliques	Constat
Canalisations métalliques gaz naturel	Interconnexions par liaisons équipotentielle au réseau de terre du bâtiment à prévoir aux points de pénétrations des canalisations dans la structure
Canalisations métalliques réseau sprinklage	

6.7 - Autres réseaux raccordés au site

Le site sera raccordé aux réseaux existants à proximité pour l'AEP, les eaux usées, les telecoms.

6.8 - Moyens de détection et de lutte contre les incendies

Les informations suivantes sont collectées depuis le document [16]:

- Détection incendie assurée par l'extinction automatique sprinkler en base ;
- Extincteurs adaptés aux risques (dans les zones de stockage, dans le pôle bureau, dans les locaux techniques et utilités, au droit des stockages de palettes vides en extérieur, à proximité des parkings, ...) ;
- RIA ;
- Système d'extinction automatique conforme NFPA ou APSAD dans toutes les cellules ;
- Poteaux incendie raccordés à une réserve sur site.

Une procédure d'alerte vers les services de secours (pour intervention sur place) et LyondellBasell (pour profiter des moyens mutualisés du contrat de plateforme économique) sera mise en place.

6.9 - Protection foudre existante

Sans objet : Aucune protection en place.

6.10 - Densité de foudroisement de la commune

Deux grandeurs sont définies pour la densité de foudroisement :

- N_G densité de foudroiemnt qui est le nombre moyen de coups de foudre au sol par kilomètre carré et par an ;
- N_{SG} densité des points d'impacts de contact de foudre au sol qui est le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par kilomètre carré et par an.

Conformément à la note technique QUALIFOUDRE concernant l'utilisation de la valeur de densité de foudroiemnt N_{SG} et N_G , pour les calculs du risque R_1 , il faut :

- Retenir la valeur N_{SG} fournie par METEORAGE ;
- Considérer que $N_G = N_{SG}$.

Le projet sera implanté sur la commune de BERRE-L'ETANG. Pour cette commune, METEORAGE donne la valeur de densité de foudroiemnt suivante (le rapport complet METEORAGE est disponible en Annexe 2-STATISTIQUE DE FOUDROIEMENT) :

$$N_{SG} = 2,05 \text{ impacts/km}^2/\text{an} ;$$

Note : La période d'analyse pour cette densité de foudroiemnt : 01/01/2015 – 31/12/2024.

7 - IDENTIFICATION DES RISQUES

7.1 - Rubriques ICPE et réglementation foudre

Le tableau ci-après récapitule les rubriques ICPE du projet du parc d'activité Berre Invest fournie dans la demande d'enregistrement du site [16].

Rubrique	Régime	Libellé	Applicabilité arrêté
1185-2-A	D	Gaz à effet de serre fluorés	Non
1510-2b	E	Stockage de matières, produits ou substances combustibles dans des entrepôts couverts. 2. Autres installations que celles définies au 1, le volume des entrepôts étant : b) Supérieur ou égal à 50 000 m ³ mais inférieur à 900 000 m ³	Oui
2925-2	D	Accumulateurs électriques (ateliers de charge d') 2. Lorsque la charge ne produit pas d'hydrogène, la puissance maximale de courant utilisable pour cette opération étant supérieure à 600 kW .	Non

Tableau 2 : Liste des rubriques ICPE du projet

Il est à noter que les activités relevant de la rubrique 1510-E sont soumises l'arrêté du 11 avril 2017 [4] qui stipule à son annexe I, §15 : "L'entrepôt est équipé d'une installation de protection contre la foudre respectant les dispositions de la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 susvisé."

Ce projet est donc visé par l'arrêté du 04 Octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation [1].

7.2 - Installations ressortant de l'Etude De Dangers (EDD)

Le site n'a pas fait l'objet d'une EDD. Le document [13] présente différents scénarios d'incendie en fonction des dispositions constructives qui seront mises en œuvre.

7.3 - Agressions provenant de la foudre

7.3.1 - Enregistrement des agressions foudre

7.3.1.1 - Règlementation

L'arrêté du 04 Octobre 2010 modifié indique que les agressions foudre sur le site doivent être enregistrées.

Un dispositif approprié doit donc être mis en place et peut être :

- Un système d'enregistrement automatique réalisé par un organisme compétent en matière de détection foudre comme un abonnement avec un périmètre choisi de détection des impacts au sol chez METEORAGE ou l'installation et l'utilisation d'un capteur d'impact foudre au sol (ex. capteur Vaisala TSS928) ;
- Des compteurs de coups de foudre sur les conducteurs de descente des Systèmes de Protection Foudre (SPF).

7.3.1.2 - Dispositif présent

Sans Objet : Le site est encore à l'état de projet.

Un dispositif de détection des agressions foudre devra être préconisé dans l'Etude Technique de protection Foudre (ETF).

7.3.2 - Mesures de prévention en cas d'orage

Sans Objet : Le site est encore à l'état de projet.

Des mesures de prévention pour l'ensemble du site devront être préconisées dans l'ETF.

7.3.3 - Retour d'expérience

7.3.3.1 - Analyse des accidents du passé

L'historique des accidents, dans la limite des relations qui en sont faites, permet :

- De préciser la nature des événements susceptibles de survenir, en se fondant sur des accidents survenus dans le domaine industriel comparables à ceux rencontrés sur ce type de bâtiment ;
- D'établir les scénarios d'accidents génériques qui seront soumis à l'analyse détaillée des risques ;
- De contribuer à déterminer les équipements de sécurité et à mieux définir la stratégie de gestion des risques.

7.3.3.2 - Références bibliographiques d'accidents foudre sur des installations similaires

Le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles) est un organisme d'État Français, créé en 1992. Son objectif principal est de restituer l'ensemble de ces événements et de développer le retour d'expérience en matière d'accidentologie industrielle. Cela permet de contribuer à améliorer les moyens techniques et organisationnels de prévention des risques, conformément aux orientations définies par les réglementations nationale et européenne.

Le BARPI a pour mission d'établir la base de données ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) exploitée par le Ministère en charge de l'Environnement. Cette base recense essentiellement les événements accidentels qui ont ou qui auraient pu porter atteinte à la santé publique ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement.

Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages, etc. classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses.

L'intérêt du BARPI pour les exploitants, est, à travers ce retour d'expérience, d'optimiser la gestion de leur installation.

7.3.3.3 - Description d'accidents et d'incidents survenus

Une recherche dans la base de données ARIA a été réalisée avec les paramètres de recherche suivants :

- Cause : Foudre ;
- Secteur d'activité : Manutention et entreposage ;
- Pays : France.

Au total, 14 résultats ont été obtenus. Sur ces 14 résultats, seules 4 se rapprochent du site étudié. Le Tableau 3 donne une synthèse de ces 4 accidents.

REF.	DATE	LIEU	DESCRIPTION	CONSEQUENCES
#56060	13/12/2019	SAINT-JEAN-DE-BRAYE	Un impact de foudre à proximité d'un dépôt pétrolier détériore le système de lutte incendie. Des cartes électroniques ont dû être changées afin de rendre de nouveau le système opérationnel.	■ Système de lutte incendie défaillant : ■ Vannes motorisées inopérantes ; ■ Défauts intempestifs.
#43618	31/03/2013	CARQUEFOU (France)	Un violent incendie se déclare dans un entrepôt d'une coopérative fruitière de 15 000 m ² . 121 pompiers et 42 engins sont mobilisés. L'intervention prend fin 5 jours après le départ de l'incendie. Selon les experts, un arc électrique serait la cause de l'incendie. L'alarme incendie ne s'est pas déclarée car la centrale a été neutralisée par la foudre quelques jours plus tôt.	■ La circulation sur l'autoroute situé à proximité est interrompue ; ■ Plus de 80% de l'entrepôt est détruit ; ■ 2 000 t de pomme sont détruites ; ■ 40 employés seront au chômage technique.
#50168	31/07/2017	LE GRAND-SERRE (France)	La foudre s'abat à proximité d'une usine de découpe de bois et provoque l'incendie d'un tas d'écorce. Des témoins ont rapporté l'apparition de phénomènes lumineux autour d'une ligne HT située à proximité, pouvant être provoqués par des surtensions induits par l'impact de foudre. L'installation n'était pas équipée de protection contre la foudre et les installations électriques en mauvais état.	■ Destruction de 150 m³ à 200 m³ d'écorces stockées.

REF.	DATE	LIEU	DESCRIPTION	CONSEQUENCES
#36096	16/04/2009	CHIGNIN	Un employé reçoit une décharge électrique lors de sa ronde sur un site industriel. La foudre serait la cause de ce choc. En effet, l'évènement a eu lieu pendant un orage, la personne utilisait un parapluie et un impact de foudre a été détecté à moins de 4 km. Suite à cet incendie, l'exploitant met en œuvre des consignes d'interdiction de circulation en extérieur en cas d'orage ainsi que l'utilisation de parapluie.	■ Brulures sur la mains droite et douleur au niveau de la poitrine.

Tableau 3 – Synthèse des accidents initiés par la foudre sur des sites similaires à celui étudié

Note : la liste complète des 14 accidents référencés est disponible en Annexe 1

L'analyse des scénarios d'accidents fait ressortir que les impacts de foudre peuvent être à l'origine d'un incendie, de la défaillance de systèmes électroniques ou de blessures sur les personnes. Ainsi, il conviendra :

- De réaliser un calcul probabiliste sur l'entrepôt ;
- D'identifier le besoin en protection foudre du système de lutte incendie par une analyse déterministe ;
- D'identifier le besoin en prévention par une analyse déterministe.

7.3.3.4 - Accidentologie foudre recensée sur le site

Sans Objet : Le site est encore à l'état de projet.

7.4 - Synthèse des installations prises en compte

Le Tableau 4 donne la méthode d'évaluation du risque foudre choisie pour les installations et équipements retenus.

INSTALLATION/EQUIPEMENT	EVALUATION PROBABILISTE	EVALUATION DETERMINISTE
Entrepôt Berre1	X	
Système de lutte contre les incendies		X
Mesure de préventions		X

Tableau 4 – Synthèse des méthodes d'évaluation des installations et équipements à étudier

Les bureaux et les locaux utilités étant externes aux stockages et séparés par des murs coupe-feu 2h, l'analyse portera uniquement sur l'entrepôt de stockage.

Ce découpage nécessitera d'assurer l'équipotentialité des réseaux de canalisations métalliques, courants fort et faibles, qui transiteront vers l'entrepôt depuis les locaux utilités.

8 - CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre POUR LES NOUVEAUX GROUPES

Dans le cadre de cette étude, les calculs probabilistes sont basés sur la norme NF EN 62305-2 [6]. La méthode proposée dans ces documents consiste à évaluer les probabilités des dommages liés aux effets de la foudre et à les comparer aux niveaux acceptables définis dans la norme. La nécessité de mettre en place des protections en découle.

Tous les calculs sont réalisés par le logiciel JUPITER version 2.4.0.

8.1 - Principe

La norme NF EN 62305-2 [6] propose une évaluation des risques de dommages dus à la foudre.

Ce guide, appliqué dans le cadre général, identifie 4 types de pertes dues à la foudre :

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

Dans le cadre de l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, seule la perte de vie humaine L1 est retenue.

Le risque R1, lié à la perte de vie humaine L1, est la somme de plusieurs composantes. Dans une première formulation, ces composantes peuvent être regroupées en fonction de la source de dommage, c'est à dire en fonction du lieu de l'impact par rapport à la structure considérée :

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

Dans la seconde formulation, présentée ci-dessous, les composantes élémentaires du risque R1 sont regroupées en fonction du type de dommage :

$$\begin{array}{ccccccc}
 R1 & = & R_A + R_U & + & R_B + R_V & + & R_C + R_M + R_W + R_Z \\
 & & \Downarrow & & \Downarrow & & \Downarrow \\
 & & \text{Electrisation à l'intérieur ou à} & & & & \text{Dommages corporels par défaillance} \\
 & & \text{l'extérieur} & & & & \text{de matériel} \\
 & & & & \Downarrow & & \\
 & & & & \text{Dommages physiques} & & \\
 & & & & \text{incendie, explosion} & &
 \end{array}$$

Ces différentes composantes élémentaires sont calculées à partir de l'activité orageuse, de la nature et des dimensions de la structure, des produits stockés et des risques particuliers liés à l'activité. Les mesures de prévention et de protection existantes sont prises en compte (système de détection incendie, ...).

Le risque R1 calculé est comparé à un risque tolérable RT défini par la norme NF EN 62305-2 [6].

- Si $R1 > R_T$ => Le risque n'est pas tolérable. Des mesures de protection appropriées doivent être mises en place afin d'obtenir après un nouveau calcul $R1 \leq R_T$.
- Si $R1 \leq R_T$ => Le risque est tolérable. Aucune mesure complémentaire de protection ou de prévention n'est obligatoire.

Le seuil de risque tolérable RT pour la perte de vie humaine est fixé à 10^{-5} par la norme NF EN 62305-2 [6].

8.2 - Paramètres retenus pour le calcul du risque

Les principales données d'entrée pour l'application de NF EN 62305-2 [6] sont présentées dans les paragraphes qui suivent. L'Annexe 3 rassemble l'ensemble des données d'entrée du logiciel JUPITER ainsi que le détail des calculs.

8.2.1 - Risques calculés

Dans le cadre de cette étude, les composantes du risque R1 retenues sont présentées dans le tableau suivant.

SOURCES DE DOMMAGE	NATURES DES RISQUES		RETENUS
Impact sur la structure	Blessures par tension de pas ou de contact à l'extérieur	R _A	✓
	Incendie ou explosion	R _B	✓
	Défaillance des réseaux internes	R _C	
Impact à proximité de la structure	Défaillance des réseaux internes	R _M	
Impact sur un service	Blessures par tension de contact à l'intérieur	R _U	✓
	Incendie ou explosion	R _V	✓
	Défaillance des réseaux internes	R _W	
Impact à proximité du service	Défaillance des réseaux internes	R _Z	

Les composantes liées aux défaillances des réseaux internes R_C + R_M + R_W + R_Z n'ont pas été retenues car les structures étudiées :

- Ne présentent pas de liaisons électriques pénétrant dans une zone ATEX de type 0 (risque d'explosion) ;
- Ne contiennent pas de réseaux internes dont la défaillance mettrait immédiatement en danger la vie des personnes.

8.2.2 - Découpage des structures pour les calculs probabilistes

L'entrepôt à étudier est composé de 7 cellules comme le présente le plan de sécurité de la Figure 5.

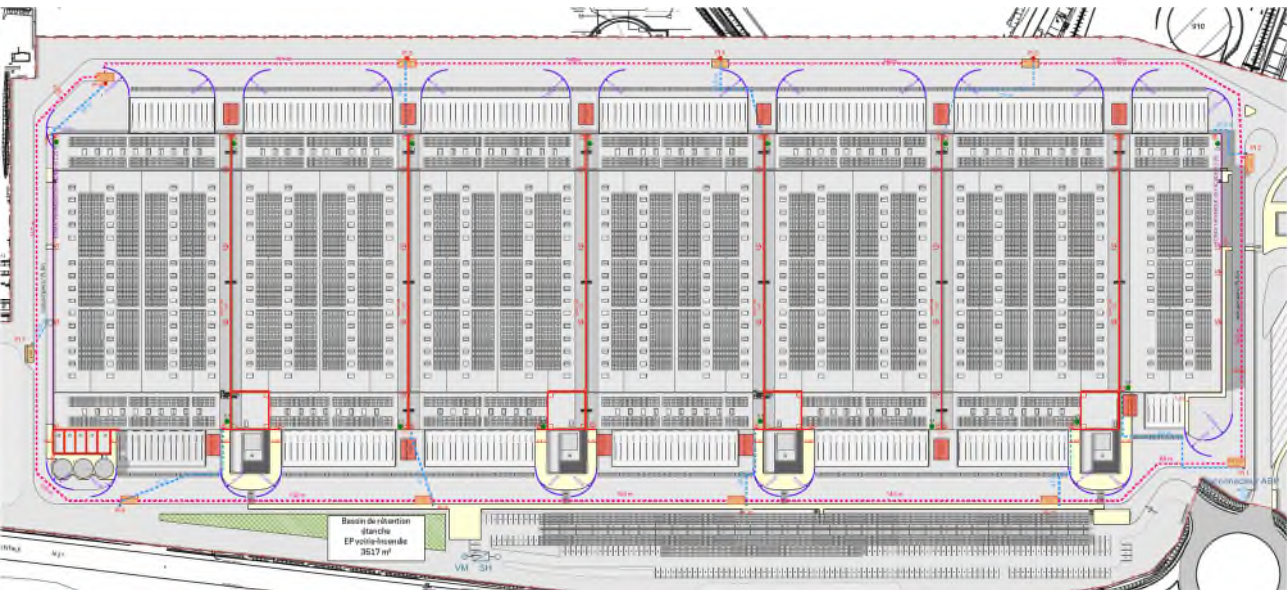


Figure 5 – Plan de sécurité du projet (extrait du document [17])

Chaque cellule occupe une partie verticale du bâtiment, séparée des autres par des parois coupe-feu 2h. L'entrepôt ne présente pas de risque d'explosion.

Conformément à la norme NF-EN 62-305-2 paragraphe A.2.2, ces dispositions constructives de maîtrise du risque d'incendie nous permettent de ramener l'évaluation du risque à chaque secteur « coupe-feu ».

Afin de réaliser une évaluation enveloppe, seul le secteur présentant le plus grand risque (dimensions, nombre de lignes entrantes, ...) fera l'objet d'un calcul. Le secteur considéré sera représentatif de l'une des cellules C01 à C06, la cellule C07/C07bis étant plus petite. Le secteur étudié sera dénommé « Cellule principale » dans la présente étude.

Le niveau de protection calculé pour la cellule principale devra être appliqué à l'ensemble des cellules C01 à C06 et de la cellule C07/C07bis et donc à l'ensemble de l'entrepôt.

8.2.3 - Données d'entrée pour l'évaluation probabiliste

8.2.3.1 - Données générales

LIGNES EXTERNES

Les lignes externes connectées à cette structure sont les suivantes :

- L1 : Liaison Haute Tension (HTA) Courant FORT (CFO) provenant du réseau EDF ;
- L2 : Liaison BT CFA vers le raccordement au réseau Télécom ;
- L3 : Liaison BT CFO vers les ombrières solaires.

Note 1 : les canalisations métalliques pénétrantes dans la structure ne sont pas prises en compte car elles feront l'objet de préconisations de mises à la terre.

Note 2 : Les liaisons avec des éventuels équipements en toiture ou en façade du bâtiment (vidéosurveillance, projecteurs, pompe à chaleur) ne sont pas prises en compte dans le calcul de l'aire équivalente du bâtiment. Cependant, ces liaisons seront prises en compte et pourront faire l'objet de préconisations de protection dans l'étude technique en fonction des conclusions de l'ARF.

Note 3 : les liaisons FO ne sont pas retenues car elles sont insensibles aux surtensions d'origine atmosphérique.

Note 4 : A ce stade du projet, le cheminement des liaisons n'est pas connu.

8.2.3.2 - Paramètres pour la structure

La structure étudiée est l'une des cellules C01 à C06 et sera dénommée Cellule principale :

8.2.3.2.1 - Cellule principale

Le tableau suivant présente les valeurs retenues pour la structure étudiée.

PARAMETRES	SYMBOLE	VALEURS RETENUES
Type de structure	-	Industriel
Dimensions maximales (m)	L	140
	l	84
	h	15,5
Surface d'exposition calculée par le logiciel JUPITER 2012 (en km²) (voir Annexe 3-DETAILS DES CALCULS JUPITER)	A _d	3,94E-02
Emplacement de la structure	C _D	Entourée d'objets égaux ou plus petits
Protection contre la foudre de la structure	P _B	Aucune

Justification des choix de coefficients :

- **Facteur d'emplacement (C_D)** : Les hauteurs des structures entourant le bâtiment ont été évaluées comme étant égales ou plus petites.
- **Protection contre la foudre de la structure (P_B)** : le calcul probabiliste du risque foudre sert à déterminer le niveau de protection contre la foudre nécessaire pour la structure étudiée. Le système de protection foudre existant sera pris en compte au niveau de l'étude technique.

8.2.3.3 - Caractéristiques des lignes

Le tableau suivant présente les valeurs retenues pour les différentes lignes.

N° LIAISONS				L3 LIAISON OMBRIERES SOLAIRES
PARAMETRES	SYMBOLE	L1 RESEAU EDF	L2 RESEAU TELECOM	
Type de ligne	-	Energie – Souterrain	Signal – Aérien ⁽²⁾	Energie – Aérien ⁽²⁾
Longueur de la ligne (m)	L_C	1000 ⁽¹⁾	1000 ⁽¹⁾	210
Longueur de la structure adjacente (m)	A	...(1)	...(1)	260
Largeur de la structure adjacente (m)	B	...(1)	...(1)	20
Hauteur de la structure adjacente (m)	H_a	...(1)	...(1)	4
Position des structures adjacentes	C_{DJ}	...(1)	...(1)	Entourée d'objets plus grands
Correction dû à transformateur à l'entrée de la structure étudiée	C_T	Oui	Non	Oui
Facteur d'environnement de la ligne	C_E	Urbain	Urbain	Urbain
Qualité de l'écran du câble extérieur	R_S	Pas de protection	Pas de protection	Pas de protection
Système intérieur connecté à la ligne	-	HT CFO	BT CFA	BT CFO
Tension de tenue du matériel électrique (kV)	U_W	2,5	1	1,5 ⁽²⁾
Parafoudres arrivée ligne	P_{EB}	Absent	Absent	Absent

⁽¹⁾ : En cas de difficulté pour évaluer les dimensions d'une structure, la norme recommande de prendre une structure sans dimension avec une liaison de 1000 m

⁽²⁾ : ;
Dimensions estimées arbitrairement non fournies (majorante) ;

Justification des choix de coefficients :

- **Facteur d'environnement de la ligne (C_E)** : Les hauteurs des bâtiments situés à proximité des lignes ont des hauteurs supérieures à 10m ;
- **Qualité de l'écran du câble extérieur (R_S)** : En l'absence de précision sur ce paramètre, le cas le plus pénalisant est retenu ;
- **Tension de tenue du matériel électrique en kV (U_W)** : La tension de tenue pour les liaisons HT CFO est de 2,5 kV et de 1 kV pour les liaisons BT CFA. En l'absence d'informations concernant la ligne BT CFO raccordé aux ombrières solaires, une tension de tenue de 1,5 kV est prise en hypothèse.

8.2.3.4 - Caractéristiques des zones

Le tableau suivant présente les valeurs retenues pour les différentes zones.

PARAMETRES	SYMBOLE	Z1 CELLULE C01 A C06
Valeurs du facteur h augmentant le montant relatif des pertes en présence d'un danger particulier	h_z	Risque de panique faible
Risque d'incendie	r_f	Elevé
Dispositions prises pour réduire la conséquence du feu	r_p	Manuelles
Type de sol	r_t	Béton
Protection contre les tensions de pas et de contact	P_{TA}	Aucune
Nombre de personnes dans la zone / Nombre total de personnes dans la structure	n_z / N_t	1
Durée annuelle en heures de présence des personnes dans la zone	t_z	8760
Pertes dues aux blessures par tensions de pas ou de contact	L_T	10^{-2}
Pertes dues aux dommages physiques	L_F	2.10^{-2}
Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	L_0	-
Pertes dues aux dommages physiques des personnes à l'extérieur de la structure	L_{FE}	-
Durée de présence des personnes à un emplacement dangereux	$t_e/8760$	1
Lignes extérieures pénétrant dans la zone	-	L1, L2, L3
CALCUL DES PERTES		
Pertes $L_A = L_U$	$r_a.L_T.(n_z/N_t).(t_z/8760)$	1,00E-04
Pertes directes $L_B = L_V$	$r_p.r_f.h_z.L_F.(n_z/N_t).(t_z/8760)$	2,00E-03
Pertes environnementales $L_{BE} = L_{VE}$	$r_f.r_p.L_{FE}.(t_e/8760)$	-
Pertes $L_{BT} = L_{VT}$	$= L_B + L_{BE} = L_V + L_{VE}$	2,00E-03

Justification des choix de coefficients :

- **Coefficient lié au type de danger (h_d) :** Selon les informations fournies, l'effectif maximal sur site sera de 400 personnes. L'hypothèse est faite que cet effectif est réparti équitablement entre chaque cellule, soit 7, ce qui équivaut à 57 personnes par structure. Cela correspond à un risque de panique moyen au sens de la norme NF EN 62305-2 [6].
- **Coefficient lié au risque incendie (r_p) :** Compte tenu de la quantité et de la nature des produits, le risque incendie est estimé comme étant élevé (plus de 800MJ par m²) au sens de la norme NF EN 62305-2 [6] afin de prendre en compte les zones de stockage.
- **Coefficient lié aux dispositions anti-incendie(r_p) :** Comme détaillé au §6.8 - , le bâtiment est équipé de moyen manuel et automatique de lutte contre les incendies. Toutefois, le temps d'intervention des pompiers en moins de 10 minutes n'a pas été confirmé à ce stade du projet. Ainsi, le dispositif incendie au sens de la norme NF EN 62305-2 [6] retenu est le dispositif manuel.
- **Nombre de personne dans la zone/ Nombre total de personnes dans la structure (n_z/N_t) :** Le nombre de personnes dans la zone étant égal au nombre total de personnes dans la structure, le rapport est donc égal à 1 ;
- **Durée annuelle en heures de présence des personnes dans la zone (t_z) :** Selon les informations fournies, le site est susceptible de fonctionner en permanence, soit 8760 heures par an.
- **Coefficient lié aux pertes dues aux blessures par tensions de pas ou de contact (L_T) :** valeurs de la norme par défaut ;
- **Coefficient lié aux pertes dues aux dommages physiques (L_F) :** valeurs de la norme par défaut.
- **Coefficient lié aux pertes dues aux défaillances des réseaux internes (L_0) :** sans objet car les composantes liées aux défaillances des réseaux internes n'ont pas été retenues (voir §8.2.1 -).
- **Coefficient lié aux pertes dues aux dommages physiques des personnes à l'extérieur de la structure (L_{FE}) :** Aucune étude de danger n'a été fournie. Pour cette première évaluation, nous avons supposé que les scénarios d'incendie restaient circonscrits au site.

8.3 - Résultats des calculs probabilistes

8.3.1 - Calculs sans protection

Les détails des calculs du risque R1 sont présentés à l'Annexe 3. La valeur du risque R1 pour la structure étudiée est présentée dans le tableau suivant.

STRUCTURE	RISQUE R1	RT	CONCLUSION
Cellule principale (une cellule parmi C01 à C06)	$R1 = 1,34E-04$	10^{-5}	R1 > RT : PROTECTION NECESSAIRE

Conformément aux résultats de l'évaluation probabiliste du risque selon la norme NF EN 62305-2 [6], l'entrepôt nécessite des mesures de protection.

8.3.2 - Sélection des mesures de protection

Le tableau ci-après récapitule les mesures de protection choisies à minima pour réduire le risque de la structure étudiée à une valeur inférieure au risque tolérable.

STRUCTURE	PROTECTIONS EFFETS DIRECTS	PROTECTIONS EFFETS INDIRECTS
Cellule principale (une cellule parmi C01 à C06)	Mise en place d'une Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) de Niveau II	■ Mise à la terre des canalisations métalliques pénétrantes dans la structure ■ Mise en place de protections de Niveau II à l'entrée des liaisons extérieures connectées à la structure : ▶ Liaison HT CFO provenant du réseau EDF ; ▶ Liaison BT CFA vers le raccordement au réseau Télécom ; ▶ Liaison BT CFO vers les ombrières solaires.

Les calculs sont repris avec le logiciel afin de ramener le risque R1 en dessous de la valeur 10^{-5} .

8.3.3 - Calculs avec protection

En supposant que les protections listées dans le tableau précédent aient été mises en œuvre, les calculs des risques ont été repris. Le tableau suivant donne la nouvelle valeur du risque R1 pour la structure étudiée.

STRUCTURE	RISQUE R1	RT	CONCLUSION
Cellule principale (une cellule parmi C01 à C06)	$R1 = 5,49E-06$	10^{-5}	R1 < RT : STRUCTURE PROTEGEE

Afin de prendre en compte le découpage réalisé au paragraphe, le niveau de protection calculé pour la cellule principale devra être appliqué à l'ensemble des cellules C01 à C06 et de la cellule C07/C07bis et donc à l'ensemble de l'entrepôt.

Une Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) de Niveau II devra être mise en place sur l'ensemble de l'entrepôt.

9 - ANALYSE DETERMINISTE DU RISQUE Foudre

L'analyse du risque foudre de manière déterministe ne s'appuie pas sur une évaluation statistique contrairement à celle développée dans la NF EN 62305-2 [6].

Elle est notamment appliquée dans le cas d'équipements, fonctions ou installations pour lesquels une évaluation du risque selon la méthode probabiliste donnerait lieu à une non nécessité de protection mais dont le rôle dans la sécurité de l'installation ne peut être évalué par cette méthode.

9.1 - Systèmes de lutte contre les incendies

La centrale du Système de Sécurité Incendie (SSI) est une partie essentielle d'un système de sécurité incendie dans les bâtiments. La fonction principale de la centrale du SSI est de recevoir les informations provenant des différents composants du système de sécurité incendie. Elle analyse ces informations et prend les mesures appropriées en cas de détection d'un incendie ou d'une situation dangereuse.

La centrale SSI est équipée de cartes électroniques sensibles aux surtensions électriques, nécessitant ainsi une protection de **niveau I** contre ces surtensions.

9.2 - Mesures de prévention

Des mesures de prévention devront être mises en œuvre afin de limiter les risques de foudroiement et/ou de tension de pas en cas d'impact de foudre.

Un dispositif d'enregistrement des impacts de foudre devra être mis en œuvre.

10 - SYNTHÈSE DES BESOINS EN PROTECTION ET EN PREVENTION

10.1 - Protections à mettre en œuvre

À la suite du calcul probabiliste selon la norme NF EN 62305-2 [6] et à l'analyse déterministe, les moyens de protection contre la foudre nécessaires pour la structure et les équipements étudiés sont synthétisés dans le Tableau 5.

STRUCTURE	PROTECTIONS EFFETS DIRECTS	PROTECTIONS EFFETS INDIRECTS
Ensemble de l'entrepôt	Mise en place d'une Installation Extérieure de Protection contre la Foudre (IEPF) de Niveau II	■ Mise à la terre des canalisations métalliques pénétrantes dans la structure ■ Mise en place de protections de Niveau II à l'entrée des liaisons extérieures connectées à la structure : ▶ Liaison HT CFO provenant du réseau EDF ; ▶ Liaison BT CFA vers le raccordement au réseau Télécom ; ▶ Liaison BT CFO vers les ombrières solaires.
Systèmes de lutte contre les incendies	<i>Sans Objet : Aucune protection nécessaire.</i>	■ Une protection de niveau I contre ces surtensions pour la centrale SSL.

Tableau 5 – Synthèse des protections à mettre en œuvre

10.2 - Moyens de prévention à mettre en place

Les mesures de prévention à mettre en place sont synthétisées dans le Tableau 6.

STRUCTURE	MESURES DE PREVENTION
Ensemble du site	■ Mise en place de mesures de prévention afin de limiter les risques de foudroiement et/ou de tension de pas en cas d'impact de foudre ; ■ Mise en place d'un système de détection des agressions foudre.

Tableau 6 – Synthèse des mesures de prévention

11 - CONCLUSION

L'évaluation du risque de foudre a été effectuée pour déterminer les besoins en termes de protection et de prévention contre la foudre sur le site du projet de parc d'activité logistique Berre Invest de la commune de Berre-l'Etang (13). Cette analyse a été réalisée conformément à la méthodologie spécifiée dans l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié [1] et selon la norme NF EN 62305-2 [5].

La synthèse des besoins en protection et en prévention est présentée au paragraphe 10 - .

Selon la méthodologie de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié [1], il est recommandé de mettre à jour cette analyse en cas de modifications substantielles au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement ou en cas de modifications des installations susceptibles d'entraîner des répercussions sur les données d'entrée de l'Analyse du Risque Foudre (ARF). Les recommandations détaillées devront être incluses dans un rapport d'étude technique.

L'installation des dispositifs de protection et la mise en œuvre des mesures de prévention seront réalisées par un organisme compétent dans un délai maximum de deux ans après la réalisation de l'analyse du risque de foudre.

ANNEXE 1-RESULTATS DE RECHERCHE DANS LA BASE DE DONNEE ARIA

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES
/ DIRECTION GÉNÉRALE DE LA PRÉVENTION DES RISQUES / SERVICE DES RISQUES
TECHNOLOGIQUES / BARPI

Résultats de la recherche "REX - Foudre, Manutention et entreposage - projet BERRE1" sur la base de données ARIA - État au 25/02/2025

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Les informations (résumés d'accidents et données associées, extraits de publications) contenues dans le présent export sont la propriété du BARPI. Aucune modification ou incorporation dans d'autres supports ne peut être réalisée sans accord préalable du BARPI. Toute utilisation commerciale est interdite.

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de nos publications, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : barpi@developpement-durable.gouv.fr

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES - DGPR / SRT / BARPI
- Page 1 / 8

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "REX - Foudre, Manutention et entreposage - projet BERRE1":

Accident

Incendie dans une benne de déchets non dangereux dans un commerce de gros de produits chimiques

N° 59292 - 04/06/2022 - FRANCE - 31 - ESCALQUENS .

G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59292/>

Un samedi, vers 21h40, un feu se déclare dans une benne de déchets non dangereux située en extérieur non protégée et placée à côté du bâtiment de produits corrosifs dans une entreprise de commerce de gros de produits chimiques. L'alerte est donnée par des riverains qui aperçoivent de la fumée. La benne, quasiment vide, n'est pas équipée d'une détection incendie, ni d'extinction automatique. Les pompiers interviennent. L'événement dure 30 minutes. Vers 22h30, les pompiers quittent le site. La benne et les déchets brûlés sont évacués par un prestataire.

D'après l'exploitant, un arc électrique par un impact de foudre "intra-nuage" (c'est-à-dire sans impact au sol) pourrait être à l'origine de l'incendie. Une heure avant le début de l'incendie, un gros orage s'est produit et les vidéos des caméras de surveillance montrent un flash lumineux. L'échauffement des déchets stockés est écarté au regard de l'inventaire de la benne ainsi qu'un acte de malveillance au regard des vidéos issues des caméras de surveillance.

L'exploitant mandate une entreprise extérieure pour contrôler l'ensemble des systèmes foudre. L'analyse foudre est mise à jour.

Accident

Impacts de foudre dans une entreprise de négoce et de distribution de métaux

N° 59282 - 01/08/2020 - FRANCE - 69 - SEREZIN-DU-RHONE .

G46.72 - Commerce de gros de minerais et métaux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59282/>

Durant les vacances estivales, un impact de foudre touche les installations d'une entreprise spécialisée dans le négoce et la distribution de métaux. Au début du mois suivant, les installations de protection foudre sont vérifiées, elles sont conformes. Deux semaines après la vérification, un deuxième impact de foudre se produit. Un nouveau contrôle est effectué, révélant la défectuosité du paratonnerre. La pointe du paratonnerre est remplacée.

À la suite de l'événement, l'exploitant maintient un contrôle régulier des installations.

Accident

Incendie d'un entrepôt frigorifique

N° 43618 - 31/03/2013 - FRANCE - 44 - CARQUEFOU .

G46.31 - Commerce de gros de fruits et légumes

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43618/>



Dans une coopérative fruitière traitant et conditionnant des pommes, un violent incendie embrase vers 20 h un bâtiment de 15 000 m² bordant l'A11. Une abondante fumée est émise. Une cartonnerie de 14 000 m² située à 40 m est soumise à un fort rayonnement

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES - DGPR / SRT / BARPI

Page 2/ 8

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

thermique. Des immeubles d'habitations se dressent à moins de 100 m. L'incendie est visible à 40 km. Un témoin extérieur donne l'alerte. Sur place vers 20h15, le responsable maintenance coupe l'électricité sur le site. L'intervention qui mobilise d'importants moyens (121 pompiers et 42 engins), est difficile : zone en feu gigantesque, une seule face accessible, stockages extérieurs, matières combustibles en quantité (bois), présence de frigorigène, panneaux sandwichs à âme de mousse polyuréthane, grands volumes techniques sous toiture et charpente métallique non protégée... Un périmètre de sécurité est établi et la circulation est interrompue sur l'autoroute. Le personnel évacue un stock extérieur de caisses en bois palettisables (800 m² sur 6 m de haut) proche des entrepôts réfrigérés, 14 bouteilles de 60 kg de frigorigène chloro-fluoré (R22) stockées sur le site par le frigoriste sont arrosées puis récupérées par la société de thermoréfrigération. Le feu est circonscrit à 6 h et l'intervention des secours s'achève le 04/04 à 11 h. Le maire, le service des eaux et une cellule opérationnelle de prévention des risques étaient sur les lieux. Plus de 80 % des entrepôts réfrigérés se sont effondrés (seules 7 chambres froides n'ont pas été atteintes) et les zones extérieures sont couvertes de déchets générés par l'incendie ; 2 000 t de pommes sont perdues ou rendues impropres à la consommation. L'atelier de pré-calibrage et les chaînes de conditionnement sont à l'arrêt pour une durée indéterminée ; 40 employés sont en chômage technique. Seul 1/10^{ème} (250 kg) du frigorigène chloro-fluoré de type R22 utilisé a été épargné dans l'incendie, mais tout le R407 a été détruit. Non contenues sur le site en raison de l'impossibilité d'approcher de l'établissement avant maîtrise de l'incendie, les eaux d'extinction noires et très odorantes ont rejoint un bassin en aval immédiat de l'usine et jouxtant l'autoroute. Elles sont analysées (pH 7...) puis rejetées dans le milieu naturel. L'établissement n'était pas répertorié par les pompiers dont le centre de secours est à 800 m. Selon l'exploitant, il s'agit du 1^{er} sinistre connu par sa société en 45 ans d'existence. Une société de gardiennage est mandatée pour sécuriser le site. Les autorités administratives suspendent le fonctionnement des installations jusqu'à réalisation des mesures d'urgence décidées à la suite du sinistre : nettoyage des lieux, analyse des causes et circonstances de l'accident, analyse et traitement des eaux d'extinction, cartographie et quantification d'une éventuelle pollution des sols / nappe (terrains survolés par les fumées, infiltration des eaux d'extinction...), études des unités éventuellement indirectement impactées (effets dominos), travaux et aménagements préventifs / curatifs à réaliser pour mettre en sécurité le site (amiante...), évaluation et mise en oeuvre de mesures pour éviter le renouvellement d'un tel sinistre avant éventuelle reprise des activités. Les bâtiments sont démolis et les déchets sont évacués. Selon les propos d'un expert judiciaire repris dans la presse, un arc électrique à proximité d'une chambre froide aurait provoqué la chute de faux-plafonds qui se seraient ensuite enflammés. L'établissement disposait d'une alarme incendie et anti-intrusion reliée aux smartphones des responsables et à une télésurveillance, mais la centrale d'alarme n'a pas fonctionné neutralisée semble-t-il par la foudre quelques jours auparavant. L'établissement sera reconstruit plus d'un an plus tard sur un site distant de 30 km. L'ensemble des nouveaux bâtiments bénéficient d'une détection automatique incendie. Une extinction automatique par sprinkleur couvre l'ensemble des locaux, à l'exception des parties de stockage sous atmosphère à faible taux d'oxygène. Les locaux de stockage et les chambres froides sont séparés par des murs coupe-feu. La construction de ces bâtiments a coûté 11 MEUR dont 460 kEUR pour l'installation sprinkleur.

Accident**Défaillance de la défense contre l'incendie d'un dépôt pétrolier à la suite d'un impact de foudre****N° 56060 - 13/12/2019 - FRANCE - 45 - SAINT-JEAN-DE-BRAYE .***H52.10 - Entreposage et stockage*<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56060/>

A la suite d'un impact de foudre à proximité immédiate d'un dépôt pétrolier, la

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES - DGPR / SRT / BARPI

-

Page 3/ 8

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

communication entre l'automate de défense contre l'incendie (DCI) et une des boucles de communication de la DCI est défectueuse. Le réseau de communication DCI du dépôt est constitué de trois lignes qui partent du local DCI et communiquent avec l'ensemble des motorisations de vannes terrain. Trois parafoudres sont spécifiquement dédiés au réseau. Lors de l'impact foudre, des vannes motorisées deviennent inopérantes en mode automatique en fonctionnement à distance. Elles restent manoeuvrables en manuel. Après intervention du prestataire, le lendemain, une carte de communication dans l'automate DCI est remplacée mettant fin au défaut.

Un mois plus tard, des défauts réapparaissent (signaux sonores) sur la communication entre l'automate DCI et différentes vannes incendie requises dans les scénarios incendie du POI. Les mesures compensatoires, prévues dans le POI, sont alors mises en oeuvre en moins de 15 minutes. Les mêmes prestataires identifient les cartes de communication des vannes identifiées comme défectueuses sur le synoptique DCI. Les cartes sont alors remplacées, mais d'autres cartes de la boucle, initialement non indiquées être en défaut, se mettent en désordre. Le dépôt fait appel à une société spécialisée de la technologie du réseau. Elle détecte une carte défectueuse sur une vanne située à l'entrée du réseau de la boucle de communication. Ce défaut n'était pas retranscrit sur le synoptique DCI. La carte est remplacée, permettant de retrouver la disponibilité de l'ensemble du réseau DCI en mode automatique. Cette société certifie le réseau DCI conforme.

La précédente étude foudre concluait à la conformité du réseau de protection contre la foudre. Le site était à jour de la maintenance préventive sur les équipements de protection. Les trois parafoudres du réseau sont remplacés. L'analyse du risque foudre est prévue d'être réalisée dans les délais réglementaires et prend en compte le retour d'expérience de cet événement. Le site engage une réflexion sur les actions à réaliser visant à fiabiliser le réseau actuel.

.

Accident**Perte de la gestion des alarmes suite à la foudre**

N° 32624 - 26/07/2006 - FRANCE - 76 - LE GRAND-QUEVILLY .

G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/32624/>

Un orage se produit à proximité d'un dépôt de liquides inflammables protégé par un paratonnerre à dispositif d'amorçage (PDA). Les effets indirects de la foudre endommagent une des 4 cartes d'interface de l'ordinateur. Cette carte était interfacée avec le réseau bus rapatriant les alarmes de sécurité de niveau haut des réservoirs des dépôts. L'exploitant détecte le dysfonctionnement au moyen de la supervision du dépôt lui indiquant le défaut de communication. L'exploitant ne dispose pas de carte de secours et ne peut la remplacer rapidement. Il informe l'ensemble des personnels d'exploitation et demande le renforcement de la vigilance lors du suivi des feuilles de cadence. L'exploitation se poursuit ainsi pendant 5 jours avant le remplacement effectif de la carte d'interface de l'ordinateur.

L'ensemble des alarmes de sécurité de 4 des 6 dépôts de la société implantés dans un périmètre de quelques kilomètres sont retransmises sur un ordinateur de supervision au bureau des opérateurs, afin que ceux-ci soient avertis par signal sonore du déclenchement d'une alarme sur l'un des 4 sites et informés par une vue du site indiquant sur l'ordinateur de supervision quel type d'alarme est déclenchée. Ces alarmes sont rapatriées soit par modem à l'aide du réseau filaire, soit par un système de communication radio hertzien ou par liaison filaire via un protocole. Les alarmes de niveau haut des bacs, les détections d'hydrocarbures liquides des cuvettes de rétention et les détections incendie des locaux

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

électriques sont ainsi retransmises. L'ordinateur de supervision possède 4 cartes d'interface raccordées en liaison filaire courte avec modems, convertisseurs, interfaces avec les réseaux ou bus précédemment cités. Il est alimenté en 220 V mono non secouru. La liaison modem passe par le répartiteur téléphonique. Les alarmes remontées à l'ordinateur de supervision sont renvoyées de façon synthétisée vers le chef-opérateur par l'autocom à l'aide d'un boîtier de numérotation vers son téléphone mobile. La carte endommagée n'était pas protégée contre les effets indirects de la foudre.

Suite à cet incident, l'exploitant conserve une carte supplémentaire en secours et met en place les recommandations de l'étude des effets indirects de la foudre réalisée en avril 2006 consistant en la protection, principalement au moyen de parafoudre, de l'ordinateur de supervision, des centrales de regroupement des alarmes, des capteurs et des locaux techniques, des pompes incendie de 3 dépôts, du groupe électrogène de 2 sites et du système d'extinction « hall fût » de l'un d'eux.

Accident**Incendie d'un tas d'écorces dans une installation de découpe du bois**

N° 50168 - 31/07/2017 - FRANCE - 26 - LE GRAND-SERRE .

G46.73 - Commerce de gros de bois, de matériaux de construction et d'appareils sanitaires

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50168/>

A 4h55, en prenant leur poste, des employés d'une usine de découpe de bois constatent la présence d'un feu sur un tas d'écorces. Ils préviennent les secours.

Conséquences

Les eaux d'extinction sont collectées dans une rétention, grâce à l'obturation de la vanne de confinement. L'incendie cause la destruction de 150 à 200 m³ d'écorces stockées, sans autre dommage matériel.

Causes

Après analyse des images de la vidéosurveillance, un impact de foudre proche pourrait être à l'origine du sinistre. L'incendie a aussi pu être causé par un dysfonctionnement de la ligne haute tension (induit par la foudre ?) située à proximité du site. Des personnes ont en effet observé des phénomènes lumineux autour de cette ligne.

Exploitation du site

L'exploitant ne respectait pas les prescriptions réglementaires concernant la réglementation foudre applicable dans les installations classées. Les installations électriques n'étaient en outre pas correctement entretenues. Après l'accident, l'industriel installe 3 paratonnerres. La ligne haute tension est vérifiée.

Un accident s'était déjà produit sur le site au niveau d'un silo de sciures au mois de juin 2017 (ARIA 50167). Des non-conformités dans l'exploitation du site avaient été relevées par l'inspection des installations classées à l'époque, notamment sur l'aspect foudre.

Accident**Fuite sur pipeline sur dépôt d'hydrocarbure liquide**

N° 30130 - 14/06/2005 - FRANCE - 38 - SERPAIZE .

H52.10 - Entreposage et stockage

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/30130/>

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

Lors du pompage d'un lot de naphta, Une fuite d'hydrocarbure se produit dans l'enceinte du dépôt sur une bretelle de pipeline acheminant le produit vers la raffinerie, située à quelques km. Ce phénomène est la conséquence d'un à-coup de pression dans la conduite de 12" ayant entraîné l'ouverture d'une soupape de sécurité et la destruction partielle d'un joint de bride en amont de cette soupape. Cet à-coup de pression est lié à la perturbation d'exploitation du pipeline rencontrée par l'opérateur à la suite d'un violent orage (foudre) en début de soirée dans le secteur de Chalon-sur-Saône. Selon l'exploitant, aucune conséquence notable sur l'environnement n'est constatée, la coordination entre l'opérateur du pipeline et l'exploitant du dépôt étant jugée bonne et l'intervention des équipes du site rapide. Le produit épandu est récupéré, mais une forte odeur a cependant pu générer des nuisances pour le voisinage.

Accident

Feu de poids lourds frigorifiques suite à un impact de foudre

N° 58006 - 26/09/2021 - FRANCE - 26 - CREPOL .

H52.10 - Entreposage et stockage

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58006/>

Vers 5h30, à la suite d'un impact de foudre, un feu se déclare sur un poids lourd frigorifique dans une entreprise de transport. L'incendie se propage à d'autres véhicules. Le personnel évacue les camions à proximité. Les pompiers stoppent la propagation.

Accident

Choc électrique sur un dépôt pétrolier

N° 36096 - 16/04/2009 - FRANCE - 73 - CHIGNIN .

G46.71 - Commerce de gros de combustibles et de produits annexes

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/36096/>



Lors de sa ronde de surveillance dans un dépôt pétrolier par temps d'orage, un employé reçoit une décharge électrique. Un examen médical révèle une trace au niveau de la main droite accompagnée de douleurs au niveau de la poitrine et d'un engourdissement du bras droit.

Plusieurs hypothèses sont envisagées pour expliquer les symptômes : foudre, défaut électrique sur le dépôt, malaise d'origine cardiaque...

Les mesures immédiates mises en place sont : l'interdiction d'accès de la zone d'incident pour le reste de la nuit, la déconnexion des prises de courant situées à proximité qui sont disjonctées, la télésurveillance du site par la société de gardiennage. Le lendemain, les motorisations incendie du manifold sont testées en pilotage à distance et ne révèlent aucune anomalie.

Un choc électrique indirect lié à la proximité d'un épisode orageux est la thèse privilégiée. Cette hypothèse est confirmée par des relevés d'impacts de foudre à moins de 4 km au moment des faits, ainsi que le basculement sur réseau ondulé d'une installation voisine. Ce choc peut avoir été favorisé par le parapluie et avoir plusieurs origines : transmission d'un potentiel électrique par la voie ferrée proche, "électrisation" de l'air ambiant.

Après cet incident, l'exploitant prend un certain nombre de mesures dont l'interdiction de circuler en cas d'orage, valable pour toutes les personnes présentes sur le site (personnel, employés extérieurs, visiteurs). L'indication de situation orageuse est donnée par l'alarme du détecteur foudre et confirmée par un constat visuel. L'utilisation de parapluie sur le site

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES - DGPR / SRT / BARPI

Page 6/ 8

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

est également interdite.

Accident

Incendie dans un stockage de batteries à recycler

N° 28786 - 10/10/2004 - FRANCE - 31 - TOULOUSE .

G46.72 - Commerce de gros de minerais et métaux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/28786/>

Dans un box du hall de réception d'une fonderie de plomb, un feu se déclare un dimanche matin à la surface d'un tas de 3 000 t de batteries à recycler. L'établissement ne fonctionnant pas le week-end, c'est le rondier de l'entreprise voisine qui alerte les pompiers. En l'absence de responsable sur les lieux, les secours sont contraints de forcer l'entrée du site (déclenchant alors l'alarme anti-intrusion qui avertira l'exploitant) et de percer le bardage supérieur à l'arrière du bâtiment, puis celui séparant les zones de broyage et de réception. Ils maîtrisent l'incendie qui est resté de faible ampleur et ne détectent ni émission de vapeurs chlorées, ni valeur de pH anormale des eaux d'extinction stockées dans le bassin de décantation du site. Les batteries sont contrôlées (corps étrangers, quantités d'eau) lors de leur réception, puis cassées pour les vider de leur acide et les décharger. Selon l'exploitant, le feu qui ne s'est pas déclaré en profondeur, n'aurait pas été généré par les batteries elles-mêmes, mais par un coup de foudre dans la nuit. Les batteries avaient été ainsi stockées plusieurs jours avant l'incendie. Averti par l'exploitant le jour de l'accident, l'inspecteur des installations classées se rend sur place le lendemain matin et lui demande un rapport détaillé de l'accident accompagné des actions préventives et correctives envisagées, de la dernière étude 'foudre', ainsi qu'une évaluation par un laboratoire privé de l'impact des fumées émises à l'atmosphère lors du sinistre. La DRIRE constate que le long de la clôture du site des équipements posés à terre entrave le faisceau des cellules anti-intrusion, que des collecteurs de batteries stockés hors du bâtiment auraient pu gêner l'entrée des secours dans les locaux, que le tas de batteries dépasse par endroit la hauteur du mur du bâtiment de réception et s'appuie sur le bardage en le fragilisant et que le volume de la cuvette de rétention de la cuve de H₂SO₄ est insuffisant. L'exploitant équipe le hall sinistré de détecteurs de flammes et de fumées activés hors période d'exploitation et reliés à un personnel d'astreinte ou à une société de gardiennage.

Accident

Incendie d'une entreprise de fourniture de matériel électrique

N° 12948 - 27/05/1998 - FRANCE - 30 - NIMES .

G46.69 - Commerce de gros d'autres machines et équipements

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/12948/>

Vers 18h45, un feu se déclare dans un entrepôt de matériel électrique de 4 200 m² non compartimenté et sans exutoires de fumée. Les 5 employés encore présents, aveuglés par la fumée, quittent les lieux à 4 pattes. Une pluie violente rabat au sol la fumée irritante, les pompiers interviennent en ARI. D'importants moyens sont mobilisés. Le feu gagne par brutales inflammations successives les stockages palettisés. Le flux thermique brûle des conifères pourtant détrempés à plusieurs m de la façade. L'intervention dure 3h30, un pompier est légèrement intoxiqué. Les dommages s'élèvent à 13 MF pour le bâtiment à reconstruire et à 17 MF pour la marchandise perdue. La foudre serait à l'origine du sinistre (362 impacts locaux en 12 h).

Accident

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES - DGPR / SRT / BARPI

Page 7/ 8

Nombre de résultats répertoriés : 14 - 25/02/2025

Feu sur la toiture d'un chai

N° 32075 - 19/07/2006 - FRANCE - 16 - COGNAC .

G46.34 - Commerce de gros de boissons

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/32075/>

Un feu, dû à la foudre se déclare vers 20h sur la toiture d'un chai abritant 5 000 hl d'eau de vie. Les flammes se propagent sur 15 m² et menacent d'autres chais. Les secours maîtrisent le sinistre à l'aide de 3 lances, dont une montée sur échelle. Ils mettent en place des dispositifs d'éclairage, dégarnissent la toiture sur 40 m², utilisent une caméra thermique pour parfaire l'extinction et surveillent le site durant le reste de la nuit. Un pompier se blesse lors de son intervention.

Accident

Incendie dans un entrepôt

N° 20960 - 17/08/2001 - FRANCE - 54 - NANCY .

G46.69 - Commerce de gros d'autres machines et équipements

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/20960/>

Pendant un orage (coup de foudre direct ? surtension provoquant un court-circuit électrique ?) un incendie se déclare dans l'entrepôt d'une société de commerce de gros de pièces en caoutchouc. 20 personnes sont au chômage technique.

Accident

Incendie dans un entrepôt de négoce de bois

N° 1151 - 21/05/1989 - FRANCE - 33 - PESSAC .

G46.73 - Commerce de gros de bois, de matériaux de construction et d'appareils sanitaires

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/1151/>

La foudre provoque un incendie dans un entrepôt de négoce de bois.

ANNEXE 2-STATISTIQUE DE FOUDROIEMENT

STATISTIQUES ENTITÉS ADMIN.

Résumé



Ville :
BERRE-L ETANG (13014)

Superficie :
44,05 km²

Période d'analyse :
1 janvier 2015 - 31 décembre 2024

Statistiques de foudroiement

➔ **N_{SG} : 2,05 GSP/km²/an**

Faible
< 0.67 Nsg

Foudroiement Modéré

Intense
> 3.74 Nsg

Indice de confiance statistique : **Excellent**
L'intervalle de confiance à 95% est : [1,92 - 2,19].

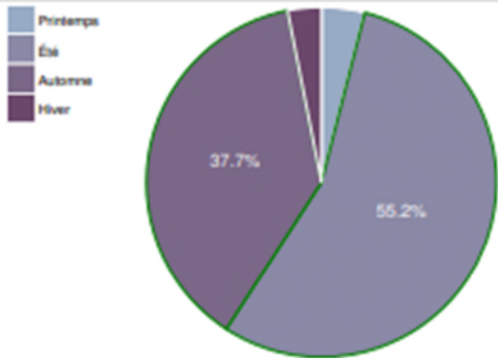
➔ **Nombre de jours d'orage : 11 jours par an**

N_{SG} : valeur normative de référence (NF EN 62958 – NF C 17-858)

Records

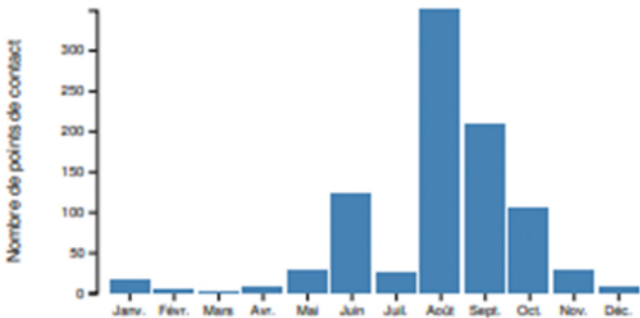
Année record :	2018 (5,88 GSP/km²/an)
Mois record :	Août 2018
Jour record :	13 août 2018

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-DETAILS DES CALCULS JUPITER

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques et Sélection des mesures de protection

Client : BAYTREE

Description de la structure : BERRE1 - Cellule C1
à C6

Adresse :

Ville : Berre l'Etang

Région

INDEX

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

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- IEC EN 62305-1
 - " Protection contre la foudre. Partie 1 : Principes généraux "
- CEI EN 62305-2
 - " Protection contre la foudre. Partie 2 : Evaluation des risques "
- CEI EN 62305-3
 - " Protection contre la foudre. Partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains "
- CEI EN 62305-4
 - " Protection contre la foudre. Partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures ""

3. STRUCTURE A PROTEGER

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

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, conformément à l'article A.2.2 de la norme CEI 62305-2, les dimensions et les caractéristiques à prendre en considération sont celles de l'ensemble du bâtiment.

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudrolement

Densité de foudrolement dans la ville de Berre l'Etang où se trouve la structure :

$$N_g = 2,27 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 140 B (m): 84 H (m): 15,5 Hmax (m): 15,5

Le type de structure usuel est : Industriel

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

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

- risque R_1 ;

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

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: L1
- Ligne Telecom: L2
- Ligne de puissance: L3

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites

à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à :

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: Structure

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

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

La surface équivalente d'exposition AD due à des coups de foudre directs sur la structure est évaluée par la méthode analytique, selon la norme CEI 62305-2, article A.2. La zone d'influence AM due à des impacts à proximité de la structure, pouvant endommager les réseaux internes par des surtensions induites est évaluée par la méthode analytique, selon la norme CEI 62305-2, article A.3. surfaces d'exposition AL et AI pour chaque service externe sont évaluées par la méthode analytique, selon la norme CEI 62305-2, articles A.4 et A.5.

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

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

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure

RA: 4,47E-06

RB: 8,94E-05

RU(L1): 9,08E-08

RV(L1): 1,82E-06

RU(L2): 9,08E-07

RV(L2): 1,82E-05

RU(L3): 8,93E-07

RV(L3): 1,79E-05

Total: 1,34E-04

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,34E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,34E-04 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure

RD = 70,2742 %

RI = 29,7258 %

Total = 100 %

RS = 4,7619 %

RF = 95,2381 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- RD = RA + RB + RC

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

- RS = RA + RU

- RF = RB + RV

- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure

- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement

- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants

- RF est le risque dû aux dommages physiques

- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Structure (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques

- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure

- la principale contribution à la valeur du risque

R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RB = 66,9278 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure.

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

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

- RB dans les zones:
Z1 - Structure
- RV dans les zones:
Z1 - Structure

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

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- Pour la composante V :
 - 1) SPF
 - 2) Parafoudres à l'entrée des lignes
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) Système d'isolation galvanique
 - 5) 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 II ($P_b = 0,05$)
- Pour la ligne Ligne1 - L1:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligne Ligne2 - L2:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: II
- Pour la ligne Ligne3 - L3:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: II

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

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.
Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérées ci-dessous.

Zone Z1: Structure
 $PA = 5,00E-02$
 $PB = 0,05$
 $PC (L1) = 1,00E+00$
 $PC (L2) = 1,00E+00$
 $PC (L3) = 1,00E+00$
 $PC = 1,00E+00$
 $PM (L1) = 1,60E-05$
 $PM (L2) = 1,00E-04$
 $PM (L3) = 4,44E-05$
 $PM = 1,60E-04$
 $PU (L1) = 2,00E-02$
 $PV (L1) = 2,00E-02$

$PW (L1) = 1,00E+00$
 $PZ (L1) = 3,00E-01$
 $PU (L2) = 2,00E-02$
 $PV (L2) = 2,00E-02$
 $PW (L2) = 1,00E+00$
 $PZ (L2) = 1,00E+00$
 $PU (L3) = 2,00E-02$
 $PV (L3) = 2,00E-02$
 $PW (L3) = 1,00E+00$
 $PZ (L3) = 6,00E-01$
 $rt = 1$
 $rp = 1$
 $rf = 1$
 $h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure
 $RA = 2,24E-07$
 $RB = 4,47E-06$
 $RU(L1) = 1,82E-09$
 $RV(L1) = 3,63E-08$
 $RU(L2) = 1,82E-08$
 $RV(L2) = 3,63E-07$
 $RU(L3) = 1,79E-08$
 $RV(L3) = 3,57E-07$
 $Total = 5,49E-06$

Valeur du risque total R1 pour la structure : $5,49E-06$

8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable: R1

Selon la norme EN 62305-2, la structure est protégée contre les coups de foudre.

Date 26/02/2025

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 140 B (m): 84 H (m): 15,5
 $H_{max} (m): 15,5$
 Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($CD = 0,5$)
 Blindage de structure : Aucun blindage équivalent de foudroiement ($1/km^2 \text{ an}$) $Ng = 2,27$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: L1

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes.

Caractéristiques de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L = 1000$ résistivité (ohm.m) $\rho = 400$

Facteur environnemental (CE): urbain

Caractéristiques des lignes: L2

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes.

Caractéristiques de ligne: Signal aérienne

Longueur (m) $L = 1000$

Facteur environnemental (CE): urbain

Caractéristiques des lignes: L3L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes.
de ligne: Énergie aérienneLongueur (m) $L = 210$

Facteur environnemental (CE): urbain

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 260 B (m): 20 H (m): 4

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd):

Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Zone de protection: Aucun blindage

Mesures pour réduire les tensions de pas et de contact:
aucune mesures de protection**Réseaux interneL1**

Connecté à la ligne L1

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5
 m^2 ($Ks3 = 0,01$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (PSPD
=1)**Réseaux interneL2**

Connecté à la ligne L2

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5
 m^2 ($Ks3 = 0,01$)

Tension de tenue: 1,0 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (PSPD
=1)**Réseaux interneL3**

Connecté à la ligne L3

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5
 m^2 ($Ks3 = 0,01$)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (PSPD
=1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure

Risque 1

Pertes associées aux tensions de contact et de pas
(relatives à R1) $LA = LU = 1,00E-04$ Pertes dans la structure relatives aux dommages
physiques (relatives à R1) $LB = LV = 2,00E-03$

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure

Risque 1: Ra Rb Ru Rv

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.**Structure**Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur la
structure $AD = 3,94E-02 \text{ km}^2$ Zone d'influence pour les impacts à proximité de la
structure $AM = 1,01E+00 \text{ km}^2$ Fréquence des événements dangereux dus aux coups de
foudre sur la structure $ND = 4,47E-02$ Fréquence des événements dangereux dus aux coups de
foudre à proximité de la structure $NM = 2,29E+00$ **Lignes électriques**Surface équivalente d'exposition pour les impacts sur
(AL) et à proximité (AI) du service**L1** $AL = 0,040000 \text{ km}^2$ $AI = 4,000000 \text{ km}^2$ **L2** $AL = 0,040000 \text{ km}^2$ $AI = 4,000000 \text{ km}^2$ **L3** $AL = 0,008400 \text{ km}^2$ $AI = 0,840000 \text{ km}^2$ Fréquence des événements dangereux dus aux coups de
foudre sur (NL) et à proximité (NI) du service**L1** $NL = 0,000908$ $NI = 0,090800$ **L2** $NL = 0,009080$ $NI = 0,908000$ **L3** $NL = 0,001907$ $NI = 0,190680$ **APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée**

Zone Z1: Structure

 $PA = 1,00E+00$ $PB = 1,0$

PC (L1) = 1,00E+00
PC (L2) = 1,00E+00
PC (L3) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (L1) = 1,60E-05
PM (L2) = 1,00E-04
PM (L3) = 4,44E-05
PM = 1,60E-04
PU (L1) = 1,00E+00
PV (L1) = 1,00E+00
PW (L1) = 1,00E+00
PZ (L1) = 3,00E-01
PU (L2) = 1,00E+00
PV (L2) = 1,00E+00
PW (L2) = 1,00E+00
PZ (L2) = 1,00E+00
PU (L3) = 1,00E+00
PV (L3) = 1,00E+00
PW (L3) = 1,00E+00
PZ (L3) = 6,00E-01

Activité Foudre & Electromagnétisme

Responsable : Didier LESCHI

Tel : 06 74 43 51 94

Courriel: didier.leschi@egis-group.com

www.egis-group.com

<https://protection-foudre-egis.fr>



Egis Industries Agence de Lyon
Département Risques, Pollution & Environnement Industriel
Equipe Foudre & Electromagnétisme
170 avenue Thiers – 69455 Lyon Cedex 06 – France
Tél +33 (0) 4 37 72 21 00 - Fax +33 (0) 4 37 72 21 05

Egis Industries
4 rue Dolorès Ibarruri - TSA 50012 - 93188 Montreuil Cedex – France
Tél + 33 (0) 1 73 13 19 00 - Fax + 33 (0) 1 73 13 19 05
S.A.S au capital de 500.000 € - SIRET 652 030 677 00221 - SIREN 652 030 677 - R.C.S. Bobigny
N° identification intracommunautaire FR 34 652 030 677 - Code APE 7112 B

