



**FRANCE  
PROTECTION Foudre**  
Etude - Installation - Contrôle - Maintenance



# ANALYSE DU RISQUE FOUDRE

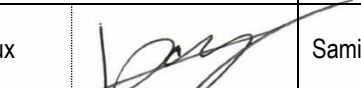

## PROTECTION CONTRE LA Foudre


**ENTREE BASE BA113  
SAINT NIZIER (52)**

AFFAIRE N°: AF01131

REF: ARF1131 140623 Rapport ARF réaménagement Entree base BA 113


Date : 14/06/2023

VERSION	DATE	REDACTEUR	Visa	APPROBATEUR	Visa
Définitive	14/06/2023	Eric Danjoux		Sami Chatty	

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## Sommaire

<b>1</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>3</b>
1.1	Définition	3
1.2	L'ARF et le processus de la protection foudre	4
<b>2</b>	<b>CADRE DE L'ETUDE</b>	<b>5</b>
2.1	Limites de l'étude	5
2.2	Environnement réglementaire et normatif	5
2.3	Méthodologie	6
<b>3</b>	<b>DONNEES GENERALES DU SITE</b>	<b>7</b>
3.1	Objet de l'étude	7
3.2	Donneur d'ordre	7
3.3	Site ou zone concernée	7
3.4	Réalisation de l'étude	7
3.5	Considération du site et des bâtiments	8
<b>4</b>	<b>DETERMINATION DU BESOIN D'ETUDE Foudre</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>CALCUL DU RISQUE selon NFEN62305-3</b>	<b>14</b>
5.1	Sources et choix des données prises en compte dans les calculs	15
5.2	Paramètres du bâtiment et de son environnement	18
5.3	Lignes connectées au bâtiment	21
5.4	Propriétés de la structure	23
<b>6</b>	<b>ANALYSE DETERMINISTE</b>	<b>27</b>
6.1	Définition de l'approche déterministe	27
6.2	Définition du niveau de protection	27
6.3	Matériels et fonctions	29
6.4	L'analyse de la susceptibilité et de la sensibilité des matériels	29
<b>7</b>	<b>Conclusions de l'analyse</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Tableau de synthèse des résultats</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>33</b>

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 1 GENERALITES

### 1.1 Définition

L'Analyse du Risque Foudre est la première phase de la mise en place d'une protection contre les effets de la foudre. Elle est le préalable à la mise en place d'une éventuelle protection. Cette analyse peut être réalisée selon plusieurs méthodes :

- Selon la norme NFEN62305-2 :

Cette norme détaille un modèle probabiliste et calculatoire. Elle fixe un risque tolérable et permet, par le calcul, de déterminer le niveau de protection (Np I, II, III, ou IV) et les différents systèmes liés à la sécurité devant être protégés, ainsi que la nécessité de moyens de prévention, d'alerte nécessaire pour que le risque foudre soit ramené sous un seuil tolérable au sens de la norme.

Elle prend en compte les paramètres statistiques de foudrolement de la commune ou du département, les caractéristiques du bâtiment étudié, son occupation, son comportement en cas de coup direct, indirect et/ou sur les lignes entrantes pouvant faire transiter les courants de foudre et leurs effets.

Ces paramètres sont gérés selon la méthode définie par la norme. Les calculs sont généralement effectués à l'aide d'un logiciel spécialisé et dédié (UTE Jupiter, Dehnsupport, Risk.)

#### Pertes : 4 types

- L1 : Perte de vie humaine
- L2 : Perte de service public
- L3 : Perte d'héritage culturel
- L4 : Pertes économiques

#### Risques : 3 types


- D1 : Blessures d'être vivants
- D2 : Dommages physiques
- D3 : Défaillances dues aux surtensions

Cette méthode est de permettre l'optimisation, notamment économique de la protection, mais ne prend en compte que les 4 pertes listées ci-dessus.

Elle « cible » la nécessité de protection par zone, source de dommage et la conséquence des dommages. Cela prend en compte la protection contre les effets directs (paratonnerres), indirects (parafoudres, blindages et équipotentialités). Sont également pris en compte les moyens de lutte contre l'incendie, certainement l'une des conséquences prépondérantes dans le risque foudre.

**Important : La méthode normative de l NFEN62305-2 permet de calculer le niveau de risque pour les 4 types de pertes définis ci-dessus, mais la disponibilité opérationnelle d'équipements importants ou essentiels ne sont pas pris en compte.**

La prise en compte de fonctionnements et de matériels particuliers ainsi que de destinations et enjeux échappant au cadre normatif, il propose une approche déterministe, permettant d'évaluer les risques liés à ces activités et leur disponibilité.

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 1.2 L'ARF et le processus de la protection foudre

Dans le cas de sites concernés par la réglementation, et si l'activité du site est répertoriée par un arrêté concernant la protection contre la foudre, **l'ARF est obligatoire**. Elle fait partie dans ce cas d'un processus réglementé suivant le schéma de progression vers la mise en place, si nécessaire, d'une protection, comme décrit plus haut.


Dans le cas des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), elle est réalisée sur la base des paramètres fixés dans **l'étude des dangers** établie. Dans ce cas l'ARF est réalisée en ne prenant en compte que le **risque R1**. La réalisation de l'analyse des autres risques (R2 à R4) est facultative.

Chaque phase de mise en œuvre d'un Système de Protection Foudre (SPF) fait l'objet d'un **document** remis à l'exploitant et/ou propriétaire et **tenu à disposition** des services d'inspections. Ces documents, dans le cas où la nécessité de protection est avérée sont :

- **Analyse du Risque Foudre**
- Etude Technique Foudre
- Notice de vérification et de maintenance
- Carnet de Bord
- Dossier des ouvrages exécutés
- Rapport de Vérification initiale
- Rapports de vérifications périodiques

Si une protection contre les effets directs et indirects n'est pas requise par l'analyse du risque, seule l'ARF est nécessaire.

A la suite de ces opérations de mise en place et/ou de mise en conformité, la maintenance des installations est programmée, avec une périodicité annuelle pour la vérification (Une vérification complète ou une vérification visuelle)

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 2 CADRE DE L'ETUDE

### 2.1 Limites de l'étude

Notre analyse porte sur l'ensemble du site étudié. Cependant, les calculs effectués concerneront exclusivement les installations sur lesquelles une agression de la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes (les autres conséquences ne sont pas prises en compte : pertes de production, ...)

Elle est réalisée à partir des documents qui nous ont été fournis ou les éléments relevés sur site lors de notre visite et validés par nos interlocuteurs (ou au niveau des documents de conception fournis).

La foudre est un phénomène naturel dont les caractéristiques ont été modélisées pour la définition des normes applicables pour cette étude. L'analyse de risque permet de déterminer une probabilité d'agression du (des) bâtiment(s) et/ou zones étudiées et de déterminer le niveau de protection adéquat du système ou des mesures de prévention et de protection à mettre en place en fonction de ces modèles.

Cette méthode permet de réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre, sans toutefois pouvoir garantir une protection totale.

Bien que notre analyse soit réalisée en étroite collaboration avec nos interlocuteurs, il appartient au destinataire de cette étude de vérifier que les hypothèses prises en compte sont correctes et exhaustives.

### 2.2 Environnement réglementaire et normatif

#### 2.2.1 Objet du document

L'objet de ce document est de déterminer les besoins de protection conformément par une méthode déterministe, en s'appuyant sur les normes et règlement en vigueur :

- NFEN 62305-2 version 2012.

#### 2.2.2 Textes réglementaires de référence

Selon les informations transmises, le bâtiment n'est pas soumis à l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié.

#### 2.2.3 Documents et guides Normatifs

**Norme NF EN 62305-1** (2013) : Protection des structures contre la foudre - partie 1 : principes généraux.


**Norme NF EN 62305-2** (2012) : Protection des structures contre la foudre - partie 2 : Evaluation du risque

**Norme NF EN 62305-3** (décembre 2012) : Protection contre la foudre - partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains.

**Norme NF EN 62305-4** (décembre 2012) : Protection des structures contre la foudre - partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures.

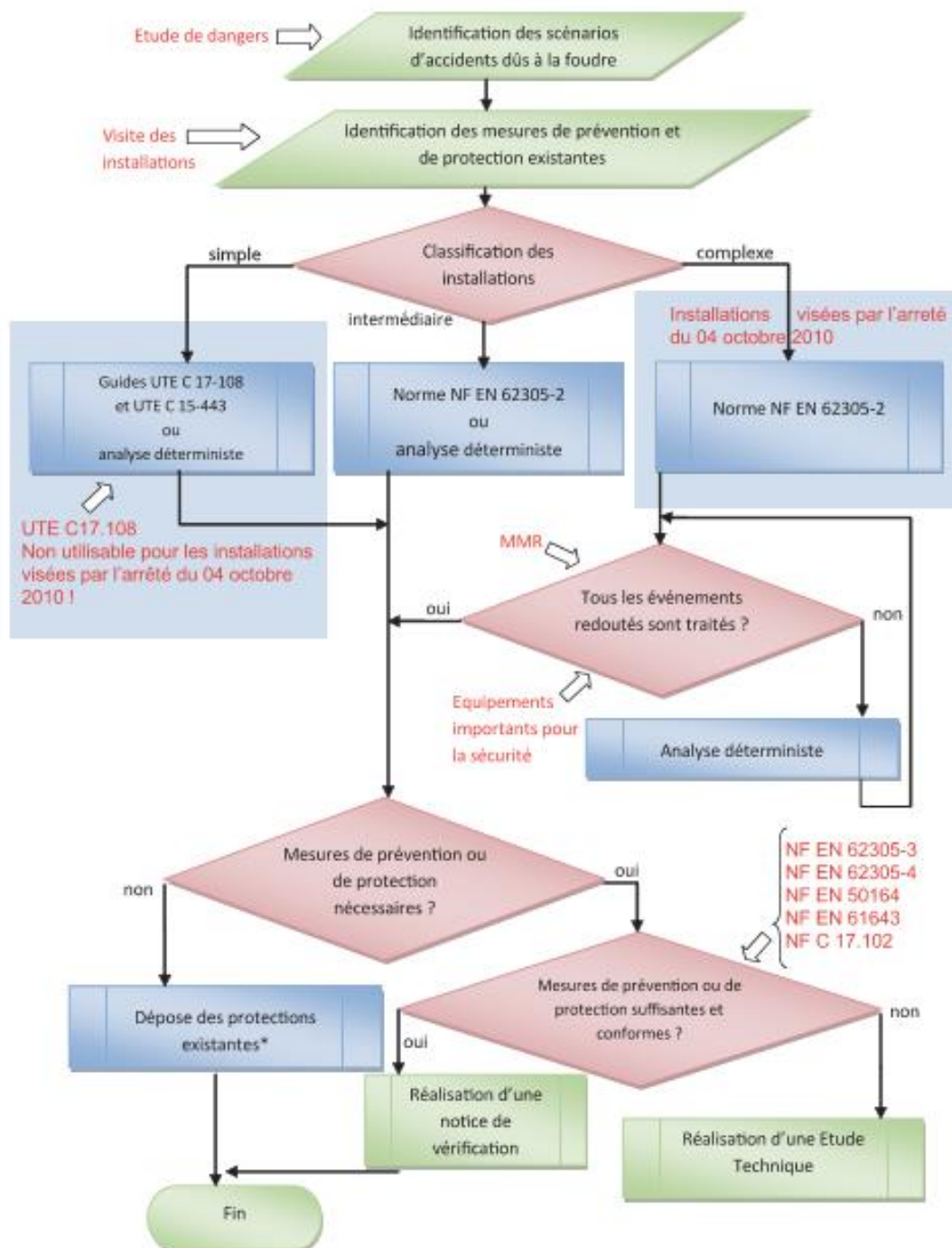
**Norme NF C 17-102** (septembre 2011) : Protection des structures et des zones couvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage.


**Norme NF C 15-100** (décembre 2002) : Installations électriques à basse tension.

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 2.3 Méthodologie

La présente Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NFEN62305-2 version 2012 ; son déroulement est le suivant (figure1 – extrait de la norme) :



 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 3 DONNEES GENERALES DU SITE

#### 3.1 Objet de l'étude

Cette étude est réalisée à la demande de la société ESID DE NANCY sur le site de la BA 133, dans une démarche de mise en conformité des Installation de Protection Foudre existantes, dans le cadre de l'arrêté du 04/10/2010 modifié.

#### 3.2 Donneur d'ordre

Nom : USID de NANCY  
Adresse : 80 rue Sergent Blandan  
Ville : 54029 NANCY Cedex  
Responsable : Mr BANZET

#### 3.3 Site ou zone concernée

Nom : Entrée Base BA 113  
Adresse : Route de Moeslains  
Ville : 52100 Saint Dizier  
Interlocuteur : Mr BANZET

#### 3.4 Réalisation de l'étude


L'étude fait suite à l'attribution du marché par AEVC N°501536 du 24/08/2022

Société : France Protection Foudre  
Rédacteur : Eric DANJOUX – Certificat compétence Qualifoudre n°13701 Niveau 3  
Courriel : [eric.danjoux@fp-foudre.fr](mailto:eric.danjoux@fp-foudre.fr)  
Approbateur : Sami Chatty – Certificat compétence Qualifoudren°13702 Niveau 3  
Courriel : [sami.chatty@fp-foudre.fr](mailto:sami.chatty@fp-foudre.fr)

Qualification : Qualifoudre n° 1323137521137

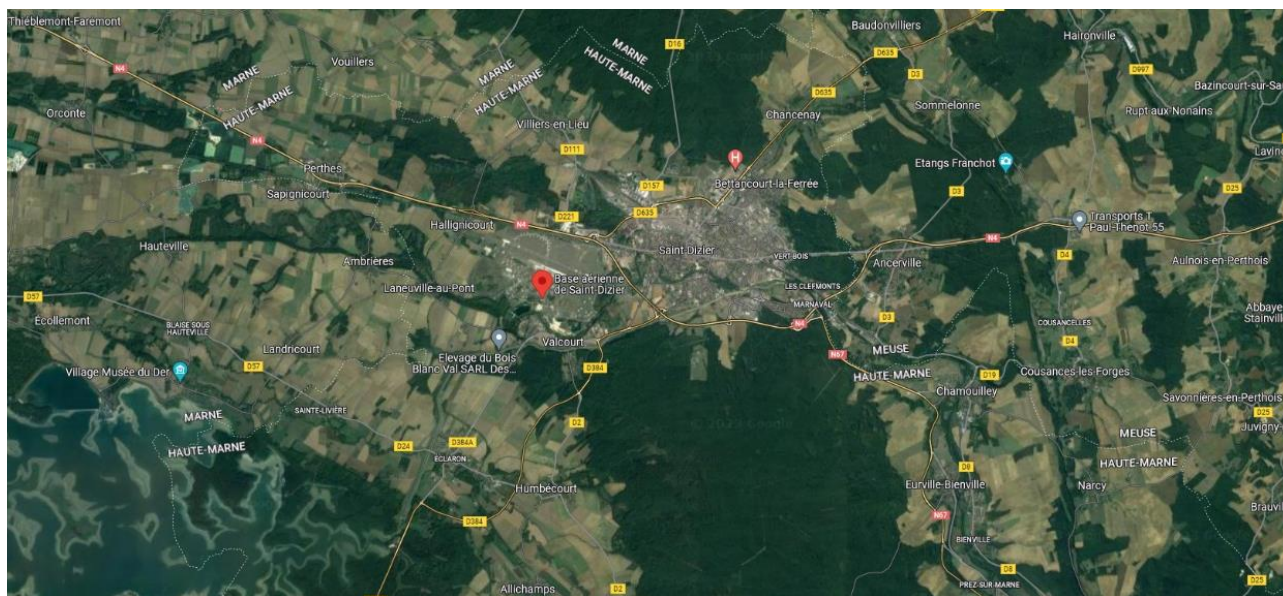




 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : ARF1131 140623

### 3.5 Considération du site et des bâtiments

Le site de la BA113 est implanté sur la commune de Saint DIZIER, dans le département de la Haute Marne (52).



#### 3.5.1 Activité du site et classement

##### Activités :

Le bâtiment concerné est celui le bâtiment d'entrée dédié aux opérations de filtrage et de contrôle des accès à la BA 113.

**Classement ICPE :** Selon les informations transmises, cette partie du site ne fait pas l'objet d'un classement ICPE relevant de l'arrêté du 04 octobre 2010 modifié.

#### 3.5.2 Environnement


Le bâtiment est implanté en bordure de la base aérienne. Il est accessible par la route de Moëslains. L'environnement est rural, avec une densité de bâtiment faible et de petite hauteur (<20m).

#### 3.5.3 Parties du site considérées pour l'analyse

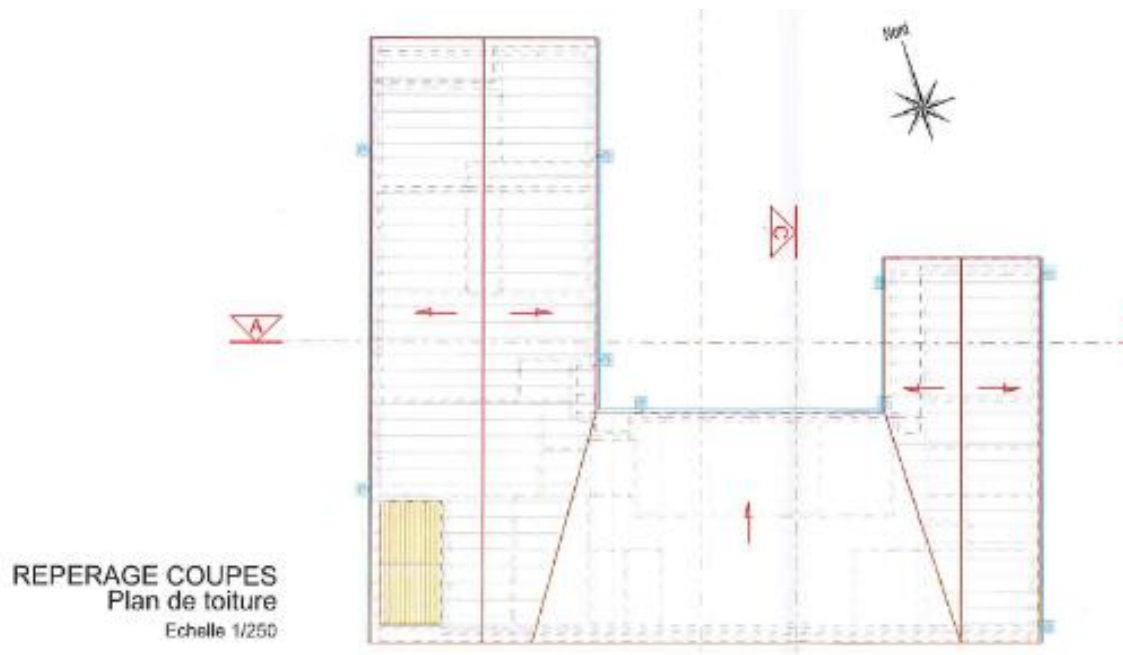
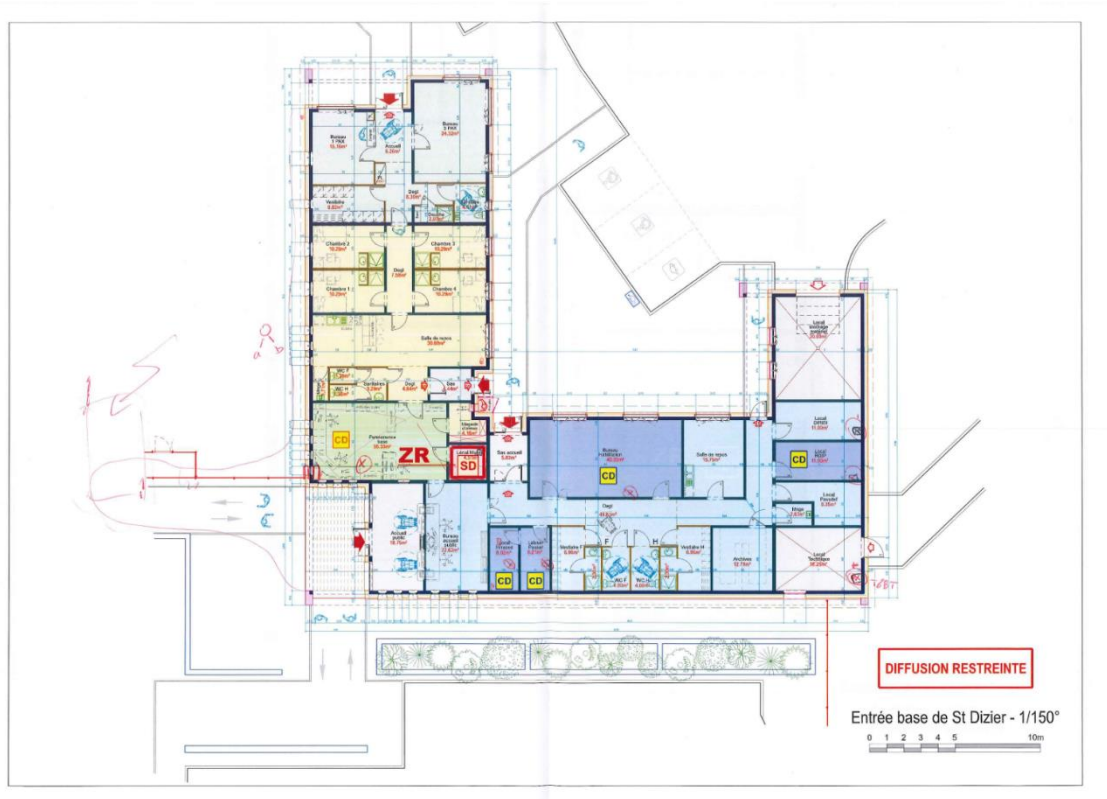
Dans le cadre de l'Analyse du risque foudre, les bâtiments sont définis selon les critères de la norme NFEN62305-2 §A.2.2. Cela nous amène à ne pas appliquer de découpage du bâtiment. Son traitement est décrit plus bas.






 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>  <b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	Date : 14/06/2023  N° : ARF1131 140623
--	--	--

### 3.5.4 Plans du bâtiment



 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

Coupe type AA  
Echelle 1/150



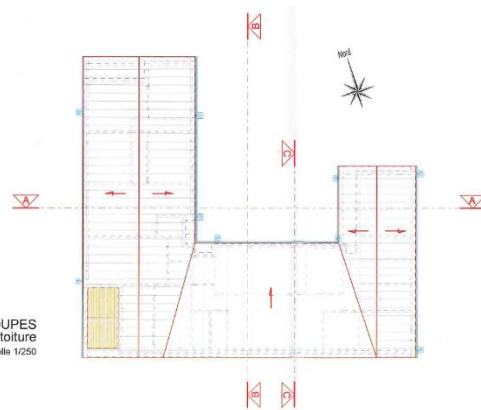
Coupe type BB  
Echelle 1/150




Coupe type CC  
Echelle 1/150



REPERAGE COUPES  
Plan de toiture  
Echelle 1/250



 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 3.5.5 Historique des incidents liés à la foudre

Site à créer

### 3.5.6 Systèmes de Protection Foudre existants

Site à créer

## 4 DETERMINATION DU BESOIN D'ETUDE Foudre


Le bâtiment ne relève pas du classement ICPE, mais son activité de sécurité et sureté amène à une analyse de mise en place de protection :

Compte tenu des activités du site et des obligations de sécurité et de sureté déterminés par les référentiels du CETID – Analyse du risque foudre version A de novembre 2015 en termes de soutien aux infrastructures à caractère nucléaire), l'analyse déterministe est retenue en complément de l'analyse probabiliste réalisée selon la norme NFEN62305-2 version 2012, en vigueur.

- L'analyse selon la norme de référence permettra d'évaluer le risque de pertes humaines et de rassembler les données statistiques de foudroiement du bâtiment
- L'analyse déterministe permettra de lister les points sensibles et relevant des risques de pertes de disponibilité

Seront donc pris en compte l'obligation de continuité de service (disponibilité) des installations sensibles d'accès et de contrôle des accès à la base.




 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### L'analyse des dangers :

Il s'agit de déterminer les dangers potentiels retenus face aux quatre sources de dégâts provoqués par la foudre

Causes	Risques	Aggravation Ou Déclenchement	Commentaires
Impact de foudre sur la structure (S1) et écoulement du courant de foudre	Blessures de personnes par tensions de contact ou de pas (D1)	Non	Au sens de la norme, pour être touchée par ce phénomène, la personne doit se trouver au sol au voisinage de la structure impactée (zone de 3 mètres).
	Dommages (D2) sur la structure (incendie ou destruction)	Oui	L'importance de la dégradation est fonction du matériau ayant capté l'éclair et de l'intensité de ce dernier. Par effets directs, la foudre peut déclencher un incendie en présence de matériaux ou de produits combustibles situés à proximité du cheminement du courant de foudre.
	Défaillance (D3) des réseaux électriques ou détérioration des équipements Sensibles	Oui	Dans sa recherche du chemin le plus direct de moindre résistance pour s'écouler à la terre, le courant de foudre, et les courants collectés par induction électromagnétique, peuvent générer des perturbations destructrices dues à des surtensions de couplage résistif et inductif. La foudre devient un facteur aggravant si les équipements détériorés participent à la sécurité (EIPS), à la surveillance ou à l'exploitation de la Centrale.
Impact de foudre à proximité de la structure (S2)	Défaillance (D3) des réseaux électriques ou détérioration des équipements Sensibles	Oui	Les courants collectés par induction électromagnétique peuvent générer des surtensions de couplage inductif. La foudre devient un facteur aggravant si les équipements détériorés participent à la sécurité (EIPS), à la surveillance ou à l'exploitation de la Centrale.
Effets indirects de la foudre suite impact de foudre sur (S3) une ligne connectée à la structure	Blessures de personnes par tensions de contact ou de pas (D1)	Non	Les blessures sont provoquées par les surintensités et surtensions apparaissant sur les lignes de puissance pénétrant dans la structure.
	Risque d'incendie (D2)	Oui	Par effets indirects, la foudre peut déclencher un incendie des tableaux électriques BT en raison des surintensités et surtensions apparaissant sur les lignes de puissance pénétrant dans la structure. Ce risque est limité par les diverses dispositions constructives mises en place dans le respect de la norme NFC 15-100 et par les moyens de détection et de lutte contre l'incendie.
	Défaillance (D3) des réseaux	Non	Les réseaux de puissance et de communication peuvent être mis en danger en raison des surtensions de couplage résistif et inductif.
Effets indirects de la foudre suite impact de foudre à proximité (S4) d'une ligne connectée à la structure	Ou détérioration des équipements sensibles	Non	Les réseaux de puissance et de communication peuvent être mis en danger par l'impulsion électromagnétique de foudre (IEMF) en raison des surtensions induites dans les lignes extérieures pénétrant dans la structure

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>


## 5 CALCUL DU RISQUE SELON NFEN62305-3




## 5.1 Sources et choix des données prises en compte dans les calculs

### 5.1.1 Sources des données recueillies

Désignation	Données	Facteurs	Source	Références documents	Commentaires
Bâtiments et environnement					
Désignation de la structure	Bâtiment unique				
Nsg	Présentes	Nsg	Url requête	Données météoorage	– Majoration du coefficient retenu :A été retenu celui de l'année record – 2018)
Dimensions	Présentes	Ad	Plans fournis par BE	Plans	
Situation, emplacement,	Présentes	Cd	Evaluation	Plans et informations du projet	
Nombre de niveaux	Présentes	Hz	Déclaration Exploitant / client		
Type murs (coupe-feu)	Présentes	SO	Plans fournis par BE		
Couverture	Présentes	Ks	Evaluation		
Type de sol intérieur	Présentes	ra			
Type de sol extérieur	Présentes	ru			
Maillage (fermes, pannes montants métalliques)	Absentes	Ksx	SO		
Résistivité du sol	Absentes	rho	Ec		Standard retenus
Type de sol	Présentes	rho			

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

Désignation	Données	Facteurs	Source	Références documents	Commentaires
Prise de terre	Absentes	Ks	SO	SO - Projet	
LEP	Absentes	Ks	Relevé		
Ferrillages	Absentes	Ks	SO		
IEPF existant	Absentes	Pb	Evaluation		
IIPF Existant	Absentes	Peb	Evaluation		
SSI (auto ou non)	Présentes	Rp	Evaluation	Données du projet	
Pompiers	Présentes	Rp	Evaluation	Activité interne pompiers base	
Danger particulier (panique, environnemental, etc.)	Présentes	Hz	Déclaration Exploitant / client	Déclaration Exploitant	
Activités	Autres	Lf	Déclaration Exploitant / client	Activités découlant de la destination du site : Défense	
Charge calorifique (PCI)	Calcul sur base documentaire	Rf	Evaluation	Evaluation, prise en compte de l'activité	
Zonage	Déterministe	So	Evaluation	Pas de zonage compte tenu de l'activité et de l'aménagement des locaux	
Nombre de personnes	Présentes	Hz, Ia, If, lu	Déclaration Exploitant / client	Selon déclaration exploitant	

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

Désignation	Données	Facteurs	Source	Références documents	Commentaires
Durée de présence	Evaluation	Nt - Np	Déclaration exploitant	Relative à l'activité : présence permanente de personnel	
Effets foudre sur les équipements	Pas de risques	SO	Evaluation	Analyse déterministe traitée dans cette partie	
IPS et MMR	Validé Exploitant ou BE	Déterministe	Déclaration Exploitant / client	Présence d'une centrale incendie	
Lignes entrantes	Données exploitant	Lignes entrantes connectées	Déclaration Exploitant / client	- Plans transmis	

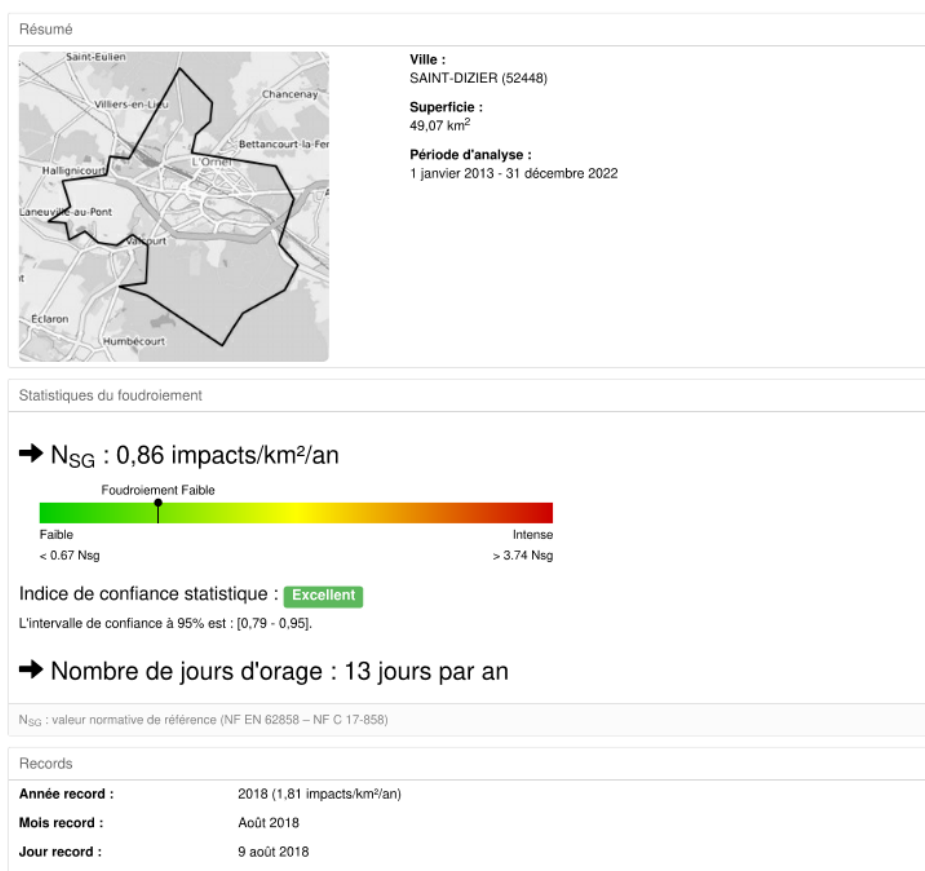
## 5.2 Paramètres du bâtiment et de son environnement

### 5.2.1 Densité de Foudroiemnt

- Le Nsg est déterminé selon la norme NF EN 62858 par Météorage. Cette organisme reproduit le plus fidèlement possible la réalité en termes de foudroiemnt au sol qui est le résultat de travaux et d'évolutions technologiques récentes.




#### STATISTIQUES EN LIGNE




***Du fait de la sensibilité du bâtiment en termes opérationnels sur la BA 133, le Nsg retenu pour cette étude est celui de l'année 2018, année record, soit 1,8 impacts/km<sup>2</sup>/an.***

### 5.2.2 Choix des valeurs retenues de dimensions et du Facteur d'emplacement

Les dimensions et les emplacements des bâtiments ont été relevés sur les plans et schémas fournis.

Les dimensions relevées ont été traitées avec le logiciel  DEHN Risk Tool 23/07 (3.260)

La procédure du logiciel DEHNsupport pour le calcul des risques est basée sur la norme NF EN 62305-2:2012.

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 5.2.3 Découpage des installations

Division de la structure en zones / zones de protection contre la foudre

La structure HALL 1 DPMU BA133 a été divisé en zones de protection contre la foudre / zones :

- ZPF 0B - Structure protégé contre les impacts de foudre directs
- ZPF 1 - Zone intérieure de la structure protégée

Zones	L1tz	L1nz
Z0	364 heures / an	Valeur typique car variable (accueil base)
Z1	364 heures / an	6 Personnes

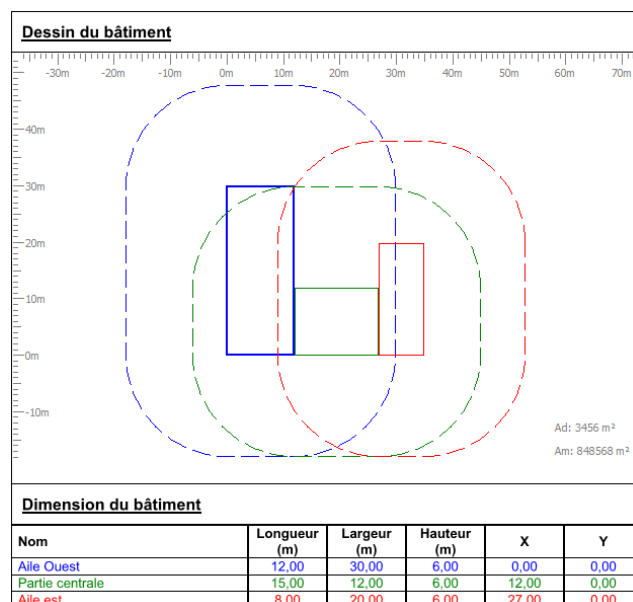
L1tz: Temps pour lequel les personnes se trouvent dans la zone.

L1nz: Nombre de personnes dans la zone


### 5.2.4 Résistivité

La valeur de 450 ohms.m a été mesurée sur site, mais dans une zone différente de celle du bâtiment existant. Du fait de cette disparité, de l'impossibilité de réaliser des mesures à proximité du bâtiment et par sécurité la valeur de 500 ohms/m a été retenue.

### 5.2.5 Dimensions du bâtiment



Il en résulte une zone d'exposition calculée pour les coups de foudre directs de 4 143,00 m<sup>2</sup> et pour les coups de foudre indirects (à proximité de la structure) de 848 568,00 m<sup>2</sup>.

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

#### 5.2.6 Paramètre emplacement relatif Cd et Ce:

L'environnement entourant la structure est un facteur important pour déterminer le nombre possible de coups de foudre directs / indirects. Il est défini comme suit pour la structure :

Emplacement relatif : **C<sub>d</sub>=1**

Le bâtiment n'étant pas placé à proximité d'une structure entrant dans la zone d'exposition, le facteur Cd est pris en compte comme « Structure isolée ». Le bâtiment, implanté en bordure de base, sans aucune densité de bâtiment, est situé en zone rurale, le coefficient retenu est donc **Ce=1**

#### 5.2.7 Paramètres liés à la densité de foudrolement ND et NM :

Si la densité de foudrolement au sol se réfère aux objets environnants et à l'environnement de la structure, une fréquence de nombre d'évènements dangereux dus aux :

- Coups de foudre direct pour une structure est de ND = 0,0075 coups de foudre / an,
- Coups de foudre à proximité d'une structure est de NM = 1,5274 coups de foudre / an

#### 5.2.8 Les canalisations connectées

Les canalisations répertoriées sont :

- Tuyaux eau de ville : 1 en PE
- Tuyau gaz de ville : Sans Objet
- Canalisations métalliques diverses : Sans objet

#### 5.2.9 Blindage spatial extérieur

Le blindage spatial atténue le champ magnétique à l'intérieur d'une structure causés par la foudre ou à proximité de l'objet et réduit les surtensions interne. Ceci peut être réalisé par un réseau maillé de liaison équipotentielle entremêlée dans lequel toutes les parties conductrices de la structure et les systèmes internes sont intégrées. Par conséquent, le bouclier spatial externe / interne est seulement une partie d'une structure de bâtiment blindé

Couverture de la structure Objet:


**- Pas de blindage**

#### 5.2.10 Caractéristiques des sols intérieurs et extérieurs

Les sols intérieurs sont en béton. Les sols extérieurs sont majoritairement de type espaces verts ou béton. Les facteurs retenus sont,

Zone	Agricole, béton R < ou = 10kOhm 0.01	Marbre, céramique R = 1 à 10kOhm 0.001	Graviers, moquette, tapis R = 10 à 100kOhm 0.0001	Asphalte, Linoléum, bois R = 10 à 100kOhm 0.00001
Z1 : Extérieure	<b>x</b>	-	-	-
Z2: Intérieures	<b>x</b>	-	-	-



 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 5.3 Lignes connectées au bâtiment

#### 5.3.1 Lignes d'alimentation

Tous les services entrants et sortants de la structure doivent être pris en considération dans l'analyse des risques. Les conduits ne doivent pas être pris en considération si elles sont reliées à la barre principale de terre de la structure. Si ce n'est pas le cas, le risque des conduits entrants devrait être considérée dans l'analyse des risques (la liaison équipotentielle est obligatoire).

- Alimentation BT depuis centrale – Cable 3 phases + Neutre – Section non communiquée
- Alimentation SIRISI depuis local DIRISI – Câble 28 paires cuivre
- Ligne communication sécurisée – Fibre optique – Caractéristiques non définies et non sensibles aux effets de la foudre.

Cette ligne n'est donc pas étudiée dans ce document.

**Nota :** La ligne fibre optique n'étant pas sensible aux effets de la foudre, elle ne sera pas traitée dans cette étude. Si toutefois le conducteur était armé ou blindé, cela devra être pris en compte

#### 5.3.2 Alimentation BT depuis centrale


Facteur d'installation :	Enterré
Type de conducteur :	Ligne électrique
Environnement :	Rural
Raccordement du conducteur :	Pas de conditions particulières
Transformateur :	Service de puissance HT (avec transformateur HT/BT)
Conducteur de blindage :	Externe : une ligne aérienne ou souterraine câble non blindé

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant Poste HT/BT dans la centrale électrique de la base est de 200,00 m.

Cette structure connectée a les dimensions suivantes :

$L_a$	Longueur:	40,00 m
$W_a$	Largeur:	25,00 m
$H_a$	Hauteur:	8,00 m
$H_{pa}$	Point culminant (le cas échéant):	0,00 m

En conséquence, la zone d'exposition calculée pour les coups de foudre à la structure connectée est de 5 929,00 m<sup>2</sup>.

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

Sur cette base, les surfaces d'exposition suivantes ont été déterminées pour le service :

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service : 8 000,00 m<sup>2</sup>
- Surface d'exposition des coups de foudre directs à proximité du service : 800 000,00 m<sup>2</sup>

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Alimentation BT depuis centrale est défini par zone :

Alimentation BT depuis centrale - Uw	
Extérieurs	2,5 kV < Uw ≤ 4,0 kV
Z1 - Intérieur	2,5 kV < Uw ≤ 4,0 kV

Les conducteurs dans le bâtiment de Alimentation BT depuis centrale sont installés par zone :

Alimentation BT depuis centrale - KS3	
Extérieurs	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Z1 - Intérieur	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles

### 5.3.3 Alimentation SIRISI depuis local DIRISI

Facteur d'installation :	Enterré
Type de conducteur :	Ligne électrique
Environnement :	Rural
Raccordement du conducteur :	Pas de conditions particulières
Transformateur :	Service de puissance BT, de communication ou de transmission de données
Conducteur de blindage :	Externe: une ligne aérienne ou souterraine câble non blindé

La longueur du conducteur extérieur à la structure vers le nœud suivant (Locaux DIRISI) est de 500,00 m.


Cette structure connectée a les dimensions suivantes :

L <sub>a</sub>	Longueur:	30,00 m
W <sub>a</sub>	Largeur:	30,00 m
H <sub>a</sub>	Hauteur:	8,00 m
H <sub>pa</sub>	Point culminant (le cas échéant):	0,00 m

En conséquence, la zone d'exposition calculée pour les coups de foudre à la structure connectée est de 5 589,00 m<sup>2</sup>.

Sur cette base, les surfaces d'exposition suivantes ont été déterminées pour le service :

- Surface d'exposition des coups de foudre directs sur le service : 20 000,00 m<sup>2</sup>
- Surface d'exposition des coups de foudre directs à proximité du service : 2 000 000,00 m<sup>2</sup>

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

La rigidité diélectrique de l'équipement électrique qui est relié à la Alimentation SIRISI depuis local DIRISI est défini par zone:

Alimentation SIRISI depuis local DIRISI - Uw	
Extérieurs	1,0 kV < Uw <= 1,5 kV
Z1 - Intérieur	1,0 kV < Uw <= 1,5 kV

Les conducteurs dans le bâtiment d'Alimentation SIRISI depuis local DIRISI sont installés par zone :

Alimentation SIRISI depuis local DIRISI - KS3	
Extérieurs	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles
Z1 - Intérieur	Câble non blindé – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles

## 5.4 Propriétés de la structure

### 5.4.1 Risque d'incendie

Le risque d'incendie est l'un des critères les plus importants pour déterminer le SPF (système de protection contre la foudre) qui doit être installé. Le risque d'incendie est classé en fonction de la charge calorifique spécifique. La charge calorifique doit être déterminée par un expert en sécurité incendie ou définie après consultation avec le propriétaire du bâtiment ou du site et sa compagnie d'assurance. En l'absence de données précises ou de ces analyses, les abaques de la NFEN 1991-1-2 (EUROCODE 1 partie 1-2) sont appliqué :

#### 2.5 Classement des charges calorifiques selon le type d'occupation

(1) Il convient de classer les densités de charge calorifique en fonction du type d'occupation, de les rapporter à la surface du plancher et de les utiliser comme densités de charge calorifiques caractéristiques  $q_{f,k}$  [MJ/m<sup>2</sup>], selon le Tableau 3.


**Tableau 3 — Densités de charge calorifique  $q_{f,k}$  [MJ/m<sup>2</sup>] selon différents types d'occupation, pour une valeur moyenne et une valeur raisonnablement pessimiste**

Type d'occupation	Moyenne [MJ/m <sup>2</sup> ]	Dispersion	$q_{f,k}$ [MJ/m <sup>2</sup> ] (quantile à 90 %)
Logement	780	0,15	930
Hôpital	450	0,3	630
Hôtel (chambre)	350	0,25	460
Bureau	450	0,5	740
Bibliothèque de bureau - Archives de bureau (*)	1 200	0,7	2 300
Salle de réunion / conférence	250	0,5	410
Classe d'école	350	0,4	530
Centre commercial	600	0,3	840
Théâtre (cinéma)	300	0,3	420
Transport (espace public)	100	0,3	140

(\*) Pour une hauteur de stockage de 3 m.

Les type d'occupation des locaux étant variés, ont été retenu les typologies suivantes correspondantes :

- Logement pour la partie chambre et salle de repos soit une valeur de **760 MJ/m<sup>2</sup> en moyenne**

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

- Bureau pour les parties définie comme telles soit une valeur de 450 MJ/m<sup>2</sup> en moyenne

Le risque d'incendie dans une structure est un facteur important pour déterminer les mesures de protection nécessaires. Le risque d'incendie de la structure Objet a été défini comme suit :

Classification	Zones	Z1 Extérieure	Z2 Intérieure
<b>Pas de danger particulier</b>		<b>X</b>	..
Faible < 400Mj / m <sup>2</sup>		-	..
<b>Ordinaire - Entre 400 et 800 Mj / m<sup>2</sup></b>		-	<b>X</b>
Elevé > 800Mj / m <sup>2</sup>		..	..
Explosion - Zone Ex 2, 22		..	..
Explosion - Zone Ex 1, 21		..	..
Explosion - Zone Ex 0, 20 et explosif massif		..	..


#### 5.4.2 Mesures visant à réduire les conséquences d'un incendie

Les mesures suivantes ont été sélectionnées pour réduire les conséquences d'un incendie :


	Z1 Extérieure	Z2 Intérieure
Pas de disposition	<b>X</b>	..
Une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées	..	<b>X</b>
Une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques	..	..

#### 5.4.3 Dangers particuliers dans le bâtiment pour les personnes

En raison du nombre de personnes, le risque éventuel de panique pour la structure Objet a été défini comme suit :

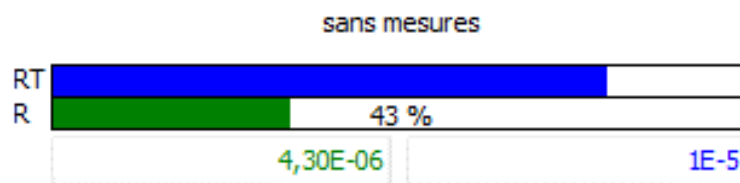
 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

	Z1 Extérieure	Z2 Intérieure
<b>Pas de danger particulier</b>	<b>X</b>	..
<b>Faible niveau de panique (par exemple, structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100)</b>	..	<b>X</b>
Niveau de panique moyen (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000)	..	..
Difficulté d'évacuation (par exemple, structures avec personnes immobilisées, hôpitaux)	..	..
Niveau de panique élevé (par exemple, structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000)	..	..

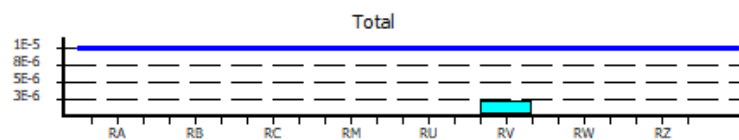
 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

Le risque suivant a été déterminé pour les personnes à l'extérieur et à l'intérieur de la structure :


Risque tolérable  $R_T$ : 1,00E-05  
Calcul du risque R1 (sans protection): 4,30E-06



Le risque R1 consiste à suivre les composantes du risque :





 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 6 ANALYSE DETERMINISTE

### 6.1 Définition de l'approche déterministe

Cette approche est réalisée pour assurer une analyse plus directe et efficace pour le maintien de la disponibilité des activités du bâtiment, compte tenu des enjeux de sûreté et de sécurité liés à cette l'activité. La question posée par l'Analyse de Risque (ARF) n'est plus de réagir aux probabilités statistiques d'un éventuel coup de foudre, mais de prendre en compte les effets de celui-ci sur le bâtiment. Pour cela, plusieurs étapes seront franchies :

- La définition d'un niveau de protection : Il prend en compte une efficacité des protections par leur dimensionnement en relation aux caractéristiques des coups de foudre.
- L'identification des matériels dont la défaillance due au coup de foudre mettrait en cause les missions dédiées au bâtiment et à ses équipements.
- L'analyse de la susceptibilité et de la sensibilité des matériels répertoriés comme essentiels pour les lister.

### 6.2 Définition du niveau de protection


#### 6.2.1 Les différents niveaux de protection définis par la norme NFEN 62305-1 dont voici un extrait :

Pour les besoins de la présente norme, quatre niveaux de protection sont définis : I, II, III et IV. Pour chaque niveau de protection, des paramètres minimaux et maximaux de courant de foudre sont définis.

*NOTE 1 La protection contre la foudre dont les paramètres minimaux et maximaux de courant de foudre dépassent ceux du niveau de protection I ne sont pas considérés dans la présente norme.*

*NOTE 2 La probabilité d'apparition de coup de foudre dont les paramètres minimaux et maximaux de courant de foudre dépassent ceux du niveau de protection I est inférieure à 2 %.*

- **Pour le Niveau de protection I**, les valeurs maximales des paramètres du courant ne seront pas dépassées, avec une **probabilité de 99 %**.
- **Les valeurs maximales** du Niveau de protection I sont **réduites de 75 % pour le Niveau II et de 50 % pour les Niveaux III et IV**
- Les valeurs maximales des paramètres du courant de foudre pour les différents niveaux de protection sont utilisées pour la conception des composants de protection contre la foudre (par exemple section des conducteurs, épaisseur des feuilles de métal, tenue au courant des parafoudres, distances de séparation des étincelles dangereuses) et pour définir les paramètres d'essai de simulation des effets de la foudre sur ces composants.
- **Les valeurs minimales** du courant de foudre pour les divers niveaux de protection sont utilisées pour en déduire le rayon de la sphère fictive afin de définir la zone de protection contre la foudre ZPF 0B qui ne peut être atteinte par un coup de foudre. Les valeurs minimales des paramètres du courant de foudre associées au rayon de la sphère fictive. Elles sont utilisées pour l'emplacement des dispositifs de capture et pour définir la zone de protection ZPF 0B (Zone non impactable par un choc direct).

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> Etude - Installation - Contrôle - Maintenance	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 6.2.2 Probabilité et efficacité des critères retenus

Le tableau ci-dessous extrait également de la norme (NFEN62305-1) donne les probabilités de non dépassement des paramètres retenus pour chaque niveau de protection :

**Tableau 7 – Probabilités des limites des paramètres du courant de foudre**

Probabilité pour que les paramètres de foudre soient	Niveau de protection			
	I	II	III	IV
Inférieurs aux valeurs maximales définies dans le Tableau 5	0,99	0,98	0,97	0,97
Supérieurs aux valeurs minimales définies dans le Tableau 6	0,99	0,97	0,91	0,84

Les mesures de protection spécifiées dans la CEI 62305-3, dans la CEI 62305-4 et dans la CEI 62305-5 sont efficaces si les paramètres du courant de foudre sont dans le domaine du niveau de protection défini par le concepteur. C'est pourquoi l'efficacité d'une mesure de protection est supposée égale à la probabilité pour que les paramètres soient dans ce domaine.

## 6.2.3 Niveau de protection retenu

**Le niveau de protection retenu sera donc le NP1, assurant une efficacité de 99% dans la sélection des caractéristiques des coups de foudre**

Les caractéristiques (valeurs maximales et minimales) des coups de foudre applicables selon la NFEN62305-1 seront donc les suivantes :


**Tableau 3 – Valeurs maximales des paramètres de foudre correspondant aux niveaux de protection contre la foudre**

Premier choc positif			NPF			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	$I$	kA	200	150	100	
Charge de choc	$Q_{\text{SHORT}}$	C	100	75	50	
Energie spécifique	$W/R$	MJ/Ω	10	5,6	2,5	
Paramètres de temps	$T_1 / T_2$	μs / μs	10 / 350			
Premier choc négatif*			NPF			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	$I$	kA	100	75	50	
Raideur moyenne	$di/dt$	kA/μs	100	75	50	
Paramètres de temps	$T_1 / T_2$	μs / μs	1 / 200			
Choc subséquent			NPF			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	$I$	kA	50	37,5	25	
Raideur moyenne	$di/dt$	kA/μs	200	150	100	
Paramètres de temps	$T_1 / T_2$	μs/μs	0,25 / 100			
Coup de foudre de longue durée			NPF			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Charge du coup de foudre de longue durée	$Q_{\text{LONG}}$	C	200	150	100	
Paramètre de temps	$T_{\text{LONG}}$	s	0,5			
Bavure			NPF			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Charge éclair	$Q_{\text{FLASH}}$	C	300	225	150	

\* L'utilisation de cette forme de courant ne concerne que les calculs, pas les essais.

**Tableau 4 – Valeurs minimales des paramètres de foudre et rayon de sphère fictive associé correspondant aux niveaux de protection**

Critère d'interception			NPF			
	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête minimal	$I$	kA	3	5	10	16
Rayon de la sphère fictive	$r$	m	20	30	45	60

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 6.3 Matériels et fonctions

Définition des fonctions et matériels dont la défaillance due au coup de foudre mettrait en cause les missions dédiées au bâtiment et à ses équipements.

- Les missions du bâtiment sont la gestion des flux des personnels et visiteurs
- Le contrôle des droits d'accès
- La sûreté et sécurité, défense de la base

Les matériels essentiels sont traités à travers les réseaux connectés et assurant leur fonctionnalité (liste non exhaustive) :

Gestion des flux :

- Barrières et commandes, (badgeuse, Commande manuelle, etc.)

Contrôle d'accès :

- Matériel informatique pour la vérification et la création des badges
- Système informatique sécurisé
- Caméras de vidéo surveillance
- Systèmes de communication et de liaison avec les services de la base et la gendarmerie


Sûreté et sécurité de la base :

- Barrières, badgeuse,
- Caméras de vidéo surveillance
- Systèmes de communication et de liaison avec les services de la base et la gendarmerie

### 6.4 L'analyse de la susceptibilité et de la sensibilité des matériels


Le tableau 1 ci-dessous reprend les Sources de dommage S1 à S4 provoqués par la foudre et en détails les effets.

Le tableau 2 suivant détermine la sensibilité et la susceptibilité des fonctionnalités décrites plus haut

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

**Tableau 1**

Causes	Dommages	Aggravation Ou Déclenchement	Commentaires
Impact de foudre sur la structure (S1) et écoulement du courant de foudre	Blessures de personnes par tensions de contact ou de pas (D1)	Non	Au sens de la norme, pour être touchée par ce phénomène, la personne doit se trouver au sol au voisinage de la structure impactée (zone de 3 mètres).
	Dommages (D2) sur la structure (incendie ou destruction)	Oui	L'importance de la dégradation est fonction du matériau ayant capté l'éclair et de l'intensité de ce dernier. Par effets directs, la foudre peut déclencher un incendie en présence de matériaux ou de produits combustibles situés à proximité du cheminement du courant de foudre.
	Défaillance (D3) des réseaux électriques ou détérioration des équipements Sensibles	Oui	Dans sa recherche du chemin le plus direct de moindre résistance pour s'écouler à la terre, le courant de foudre, et les courants collectés par induction électromagnétique, peuvent générer des perturbations destructrices dues à des surtensions de couplage résistif et inductif. La foudre devient un facteur aggravant si les équipements détériorés participent à la sécurité (EIPS), à la surveillance ou à l'exploitation de la Centrale.
Impact de foudre à proximité de la structure (S2)	Défaillance (D3) des réseaux électriques ou détérioration des équipements Sensibles	Oui	Les courants collectés par induction électromagnétique peuvent générer des surtensions de couplage inductif. La foudre devient un facteur aggravant si les équipements détériorés participent à la sécurité (EIPS), à la surveillance ou à l'exploitation du bâtiment cependant, les effets dans la zone de protection foudre ZPF1 étant minimisés. La panne est probable mais la destruction plus rare.
Effets indirects de la foudre suite impact de foudre sur (S3) une ligne connectée à la structure	Blessures de personnes par tensions de contact ou de pas (D1)	Non	Les blessures sont provoquées par les surintensités et surtensions apparaissant sur les lignes de puissance pénétrant dans la structure.
	Risque d'incendie (D2)	Oui	Par effets indirects, la foudre peut déclencher un incendie des tableaux électriques BT en raison des surintensités et surtensions apparaissant sur les lignes de puissance pénétrant dans la structure. Ce risque est limité par les diverses dispositions constructives mises en place dans le respect de la norme NFC 15-100 et par les moyens de détection et de lutte contre l'incendie.
	Défaillance (D3) des réseaux	Oui	Les réseaux de puissance et de communication peuvent être mis en danger en raison des surtensions de couplage résistif et inductif.
Effets indirects de la foudre suite impact de foudre à proximité (S4) d'une ligne connectée à la structure	Ou détérioration des équipements sensibles	Oui	Les réseaux de puissance et de communication peuvent être mis en danger par l'impulsion électromagnétique de foudre (IEMF) en raison des surtensions induites dans les lignes extérieures pénétrant dans la structure

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

**Tableau 2**

Fonctionnalité	Matériels essentiels	Réseau	Susceptibilité	Continuité de service	Commentaires
Gestion des flux Sûreté et sécurité de la base	Contrôle accès barrières	Basse tension Communication SIRISI Communication sécurisée	Oui	Oui	En cas de panne, la manipulation des barrières et le contrôle des flux est assuré « manuellement ». Cette fonctionnalité ne nécessite pas une protection particulière
Contrôle d'accès Sécurité et sûreté de la base	-Matériels informatiques -Caméras vidéo -Matériel informatique sécurisé	Basse tension Communication SIRISI Communication sécurisée	Oui	Oui	En cas de panne, l'indisponibilité n'est pas acceptable

## 7 CONCLUSIONS DE L'ANALYSE


Les différents paramètres analysés ci-dessus nous amène à la conclusion suivante :

### Effets directs de la foudre sur les structures ou réseaux connectés :

- ✓ La perte du bâtiment en raison d'un coup de foudre direct (Source de dommage S1) est inacceptable en raison du risque d'incendie, même si la probabilité est faible selon l'analyse probabiliste. Un coup direct sur ce bâtiment entrainera une indisponibilité grave du bâtiment, la totalité de l'énergie du coup de foudre traversant la structure.
- ✓ La défaillance des réseaux entrants en raison d'un coup de foudre direct sur une ligne connectée au bâtiment (Source de dommage S3) est inacceptable, celle-ci s'accompagnant d'un risque d'incendie important, ramenant aux conséquences décrites dans le cas d'un coup direct sur le bâtiment, même si la totalité du courant de foudre ne serait pas dissipée dans la
- ✓ La défaillance des matériels due à un coup de foudre direct à proximité du bâtiment reste acceptable du fait de la probabilité et des effets. Ceux-ci étant moindre que dans le cas des sources S1 et S3. Il en reste que des précautions de câblage, de mise à la terre et d'équipotentialité des équipements dans le local peuvent limiter les effets de cette source. Des préconisations sont à faire au niveau de l'Etude Technique Foudre pour l'application de certaines règles de Compatibilité électromagnétique.
- ✓ La défaillance des matériels due à un coup de foudre direct à proximité d'un réseau connecté reste acceptable du fait de la probabilité et des effets. Ceux-ci étant moindre que dans le cas des sources S1 et S3. Il en reste que des précautions de câblage, de mise à la terre et d'équipotentialité des équipements dans le local peuvent limiter les effets de cette source. Des préconisations sont à faire au niveau de l'Etude Technique Foudre pour l'application de certaines règles de Compatibilité électromagnétique.

### Les préconisations de notre Analyse du risque foudre sont donc les suivantes :


- ✓ Mise en œuvre d'une protection contre les effets directs de la foudre de niveau 1 sur le bâtiment.
- ✓ Mise en œuvre de parafoudres coordonnés sur les réseaux entrants
- ✓ Réalisation des équipotentialités des réseaux entrants
- ✓ Précautions de câblage et soin dans les mises en œuvre des réseaux, leur nature (blindages) et maillages des terres

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

## 8 TABLEAU DE SYNTHESE DES RESULTATS

	Méthode	Facteur	Mesure	Niveau de Protection	Commentaires
« Bâtiment S1 HALL 1 DPMU »	<b>Probabiliste</b>	Effets directs	Installation Extérieure de Protection Foudre	SO	Mesure de réduction des risques issue du calcul selon la NFEN62305-2 non nécessaires
			Equipotentialités des éléments métalliques, réseaux entrants	SO	
« Bâtiment S1 HALL 1 DPMU »	<b>Déterministe</b>	Effets directs	Installation Extérieure de Protection Foudre	NP1	Maintien des conditions opérationnelles et disponibilité des fonctions
			Equipotentialités des éléments métalliques, réseaux entrants		
		Effets indirects	Protection par parafoudres coordonnés des équipements essentiels connectés aux réseaux entrants	NP1	Réduction des risques de pertes des matériels essentiels
			Mise en œuvre de mesure de réduction des effets inductifs sur les réseaux entrant, Mise en œuvre règles de câblage et précautions de mise à la terre	-	
		Protection des personnes	Interdiction des Accès en toiture, limitation des circulations extérieures par temps d'orage	-	Mesures de restriction réduisant les risques de blessures




 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : 14/06/2023
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>


## 9 ANNEXES

### 9.1.1 Abréviations

A	Taux d'amortissement
At	Période d'amortissement
ca	Coût des animaux dans la zone, en monnaie
cb	Coût du bâtiment dans la zone, en monnaie
cc	Coût du contenu de la zone, en monnaie
cs	Coût des réseaux internes (y compris leurs activités) dans la zone, en monnaie
ct	Valeur totale de la structure, en monnaie
CD;CDJ	Facteur d'emplacement
CL	Coût annuel des pertes totales en l'absence de mesures de protection
CPM	Coût annuel des mesures de protection choisies
CRL	Coût annuel des pertes résiduelles
EB	Liaison équipotentielle de foudre
H	Hauteur de la structure
HP	Point culminant de la structure
i	Taux d'intérêt
KS1	Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure (blindage spatial externe)
KS1W	Largeurs de maille du blindage spatial maillé d'une structure
KS2	Facteur associé à l'efficacité de blindage des blindages internes à la structure
KS2W	Largeurs de maille du blindage spatial maillé à l'intérieur de la structure
L1	Perte de vie humaine
L2	Perte de service public
L3	Perte d'héritage culturel
L4	Pertes de valeurs économiques
L	Longueur de la structure
IEMF	Impulsion électromagnétique de foudre
PCLF	Protection contre la foudre
NPF	Niveau de protection contre la foudre
SPF	Système de protection contre la foudre
ZPF	Zone de protection contre la foudre
m	Coût de maintenance
ND	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure
NG	Densité de foudroiement au sol

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

PB	Probabilité de dommages physiques sur une structure (impacts sur une structure)
PEB	Liaison équipotentielle de foudre
Pparafoudre	Système de protection coordonnée par parafoudres
R	Risque
R1	Risque de pertes de vie humaine dans une structure
R2	Risque de perte de service public dans une structure
R3	Risque de perte d'héritage culturel dans une structure
R4	Risque de pertes de valeur économique dans une structure
RA	Composante du risque lié aux blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)
RB	Composante du risque lié aux dommages physiques sur une structure (impacts sur la structure)
RC	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur une structure)
RM	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité de la structure)
RU	Composante du risque de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)
RV	Composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure (impacts sur le service connecté)
RW	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté)
RZ	Composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes (impacts à proximité d'un service)
RT	Risque Tolérable
rf	Facteur de réduction associé au risque d'incendie
rp	Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie
SM	Economie annuelle en monnaie
SPD	Parafoudre (Surge protection device)
tz	Temps, en heures, par année pendant lequel des personnes sont à un emplacement dangereux
W	Largeur de la structure
ZS	Zones d'une structure

 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

### 9.1.2 Risque et source de dommages

Afin d'éviter les dommages résultant d'un coup de foudre, les mesures de protection spécifiques doivent être prises pour les objets à protéger. L'évaluation / analyse des risques décrite dans la norme NF EN 62305-2:2012 décrit l'évaluation du risque et détermine les exigences d'une protection contre la foudre d'une structure. L'objectif de l'analyse des risques est de réduire le risque à un niveau acceptable en prenant des mesures de protection.

Pour déterminer le risque en vigueur, l'objet en question doit être considéré sans aucune mesure de protection (condition actuelle). Les risques qui pourraient être causés à la suite de coups de foudre directs / indirects à la structure et les services sont considérés comme des risques R. Le risque R est la mesure d'une perte annuelle moyenne probable. Les risques à évaluer dans une structure peuvent être les suivants :

- Risque R<sub>1</sub>: risque de perte de vie humaine;
- Risque R<sub>2</sub>: risque de perte de service public;
- Risque R<sub>3</sub>: risque de perte d'héritage culturel;
- Risque R<sub>4</sub>: risque de perte de valeurs économiques.

Tous les risques ou les risques individuels doivent être évalués en fonction du type de considération. Tout risque est défini avec un risque acceptable sous forme d'une valeur numérique. Pour parvenir à un risque tolérable, techniquement et économiquement des mesures de protection contre la foudre doivent être définies par exemple des mesures de protection extérieure contre la foudre selon NF EN 62305-3:2012 et la mise en œuvre de parafoudres selon NF EN 62305-4:2012.

Pour être en mesure de déterminer plus précisément le risque concerné, les risques sont examinés en détails. Chaque risque est constitué d'une somme d'éléments de risque.

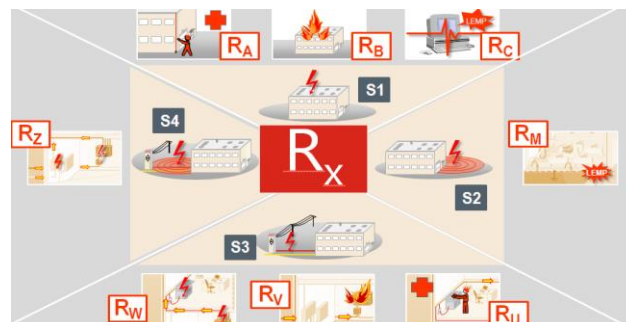
- $R_1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$
- $R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$
- $R_3 = R_B + R_V$
- $R_4 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$


Chaque composante de risque décrit un certain danger et donc une perte possible. La perte résultant d'effets de la foudre est défini comme suit:

- L1 = Perte de vie humaine
- L2 = Perte de service public
- L3 = Perte d'héritage culturel
- L4 = Perte de valeurs économiques

La perte éventuelle est attribuée aux composantes de risque de la manière suivante :

Les composants de risque sont différenciés selon les sources de dommages.



 <b>FRANCE PROTECTION Foudre</b> <small>Etude - Installation - Contrôle - Maintenance</small>	<b>ANALYSE DU RISQUE Foudre</b>	Date : <b>14/06/2023</b>
	<b>REAMENAGEMENT ENTREE BA113</b>	N° : <b>ARF1131 140623</b>

**Source de dommages S1: Impacts sur une structure**

- RA Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact et de pas dans la structure et à l'extérieur dans les zones jusqu'à 3 m autour des conducteurs de descente. Des pertes de type L1 et, dans le cas de structures abritant le bétail, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- RB Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement. Tous les types de pertes (L1, L2, L3 et L4) peuvent apparaître.
- RC Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IMF. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et dans des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

**Source de dommages S2: Impacts à proximité d'une structure**

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

**Source de dommages S3: Impacts sur un service**

- RU Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues au choc électrique du fait des tensions de contact à l'intérieur de la structure. Des pertes de type L1 et, dans le cas de domaines agricoles, des pertes de type L4 avec pertes éventuelles d'animaux peuvent apparaître.
- RV Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration du service dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les services entrants. Tous les types de pertes (L1, L2, L3, L4) peuvent apparaître.
- RW Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les services entrants et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion et des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

**Source de dommages S4: Impacts à proximité d'un service**

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

Les composantes du risque permettent d'analyser les risques et les mesures pour éviter la perte possible.