





# ANALYSE DU RISQUE Foudre



**PANHARD**  
Route de Roinville  
28700 AUNEAU

Réf. : ARF	Réalisée par : F. DE OLIVEIRA	Vérifiée par : D. BRAZZALE
N°20.05.7748		
Le : 09/09/2020		

ETUDES • INSTALLATIONS PARATONNERRES & PARAFONDRES • VERIFICATIONS

13 Rue Louis Armand - 77330 Ozoir-la-Ferrière - Tél. : 01 60 18 20 10 - Fax : 01 60 18 20 11

E-mail : [contact@energiefoudre.com](mailto:contact@energiefoudre.com) - Internet : <http://www.energie-foudre.com>

SASU au capital 10.000 €. - R.C.S Melun 397 672 593 - Siret 397 672 593 00035 - Code APE 4321 A - N° TVA : FR 47 397 672 593



## SOMMAIRE

---

<b>1. PREAMBULE.....</b>	<b>3</b>
1.1. Rappel sur le phénomène foudre.....	3
1.2. Définitions des différents coups de foudre.....	4
<b>2. PRESENTATION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre (A.R.F.).....</b>	<b>6</b>
2.1. Objet de l'Analyse du Risque Foudre .....	6
2.2. Méthode.....	6
2.3. Limites de l'Analyse du Risque Foudre.....	7
2.4. Principaux paramètres influents dans la méthode d'analyse du risque foudre .....	7
2.5. Quelques termes et définitions utilisés .....	10
2.6. Normes et réglementations.....	12
2.7. Présentation du document.....	12
2.8. Limites d'intervention.....	13
2.9. Documents à disposition.....	13
<b>3. CARACTERISTIQUES DU SITE ETUDIE .....</b>	<b>14</b>
3.1. Adresse.....	14
3.2. Activité .....	14
3.3. Liste des rubriques .....	14
3.4. Type de zone d'implantation.....	14
3.5. Densité de foudroiement sur le site .....	14
3.6. Identification des événements redoutés .....	14
3.7. Structures et zones objet de l'étude.....	15
3.8. Nature du sol extérieur.....	15
<b>4. ANALYSE DU RISQUE Foudre SUR LE BATIMENT.....</b>	<b>16</b>
<b>5. CONCLUSION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....</b>	<b>18</b>
<b>ANNEXE : DONNEES DU LOGICIEL JUPITER &amp; CARTE DE DENSITE DE Foudroiement .....</b>	<b>20</b>

## SYNTHESE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

*L'analyse du risque foudre sur le site est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle est modélisée par le logiciel officiel de l'UTE « Jupiter - version 1.3.0 ».*

*Le résultat de l'analyse du risque foudre sur le site PANHARD à Auneau pour obtenir une valeur du risque de perte de vie humaine  $R1$  inférieure à  $10^{-5}$  (limite supérieure du risque tolérable fixée par la norme NF EN 62305-2) est le suivant :*

*Le niveau de protection défini dans l'analyse du risque foudre est le niveau IV*

***EIPS*** : les équipements importants pour la sécurité doivent être protégés par des dispositifs adaptés ; ces équipements à prendre en considération sont les suivants :

- la détection incendie
- l'alarme anti-intrusion
- la détection fuite de gaz
- les motopompes sprinkler.

*Cette liste n'est pas exhaustive et peut être complétée par le département Sécurité Environnement du site.*

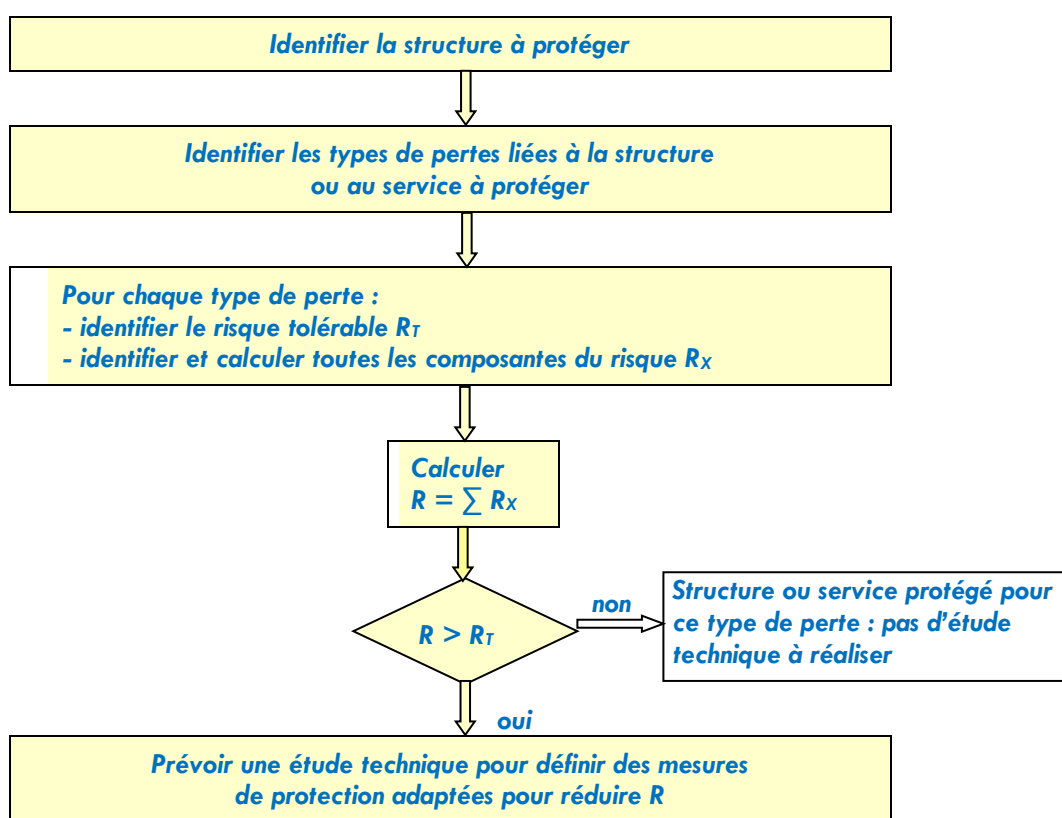
***Moyen de prévention*** : aucun système de prévention n'a été recensé sur le site.

Conformément à l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié, une étude technique doit être réalisée par un organisme compétent et définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu d'implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un carnet de bord doit être tenu par l'exploitant. Les chapitres qui y figurent sont rédigés lors de l'étude technique.

Les systèmes de protection contre la foudre prévus dans l'étude technique sont conformes aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un Etat membre de l'Union Européenne.



## 1. PREAMBULE

---

### 1.1. Rappel sur le phénomène foudre

Les orages naissent de la confrontation d'un air chaud et humide avec un air froid et sec. L'air chaud se condense au contact de l'air froid pour former de multiples nuages qui vont rapidement s'agglomérer et former parfois des cellules convectives géantes.

Dans ces nuages orageux appelés cumulo-nimbus, la partie supérieure est constituée de cristaux de glace et est généralement chargée positivement, tandis que la partie inférieure constituée de gouttelettes d'eau est chargée négativement. Par influence, la partie inférieure du nuage entraîne le développement de charges de signe opposé (donc positives sur la partie du sol qui se trouve à proximité).

La présence du cumulo-nimbus implique donc la mise en place d'un gigantesque condensateur plan nuage-sol dont la distance intermédiaire atteint souvent 1 à 2 km. Le champ électrique au sol qui est par beau temps d'une centaine de volts par mètre est alors inversé et peut atteindre 15 à 20 kV/m. La décharge au sol est alors imminente ; c'est le coup de foudre.

Le courant écoulé lors d'un éclair peut atteindre de 15 000 à 100 000 Ampères dans nos régions. On peut enregistrer jusqu'à 250 000 Ampères à l'équateur ou dans certaines régions du globe.

Quant au bruit du tonnerre il est dû à la subite dilatation de l'air qui laisse passer l'éclair. En un temps très court, le canal passe de 20-25° à 14 000, l'onde de choc liée à cette variation provoque le bruit du tonnerre.

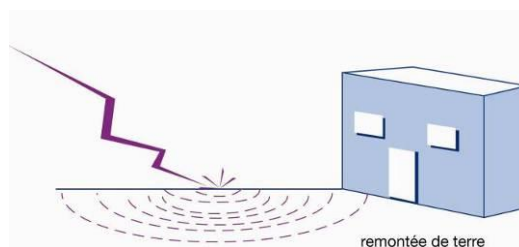
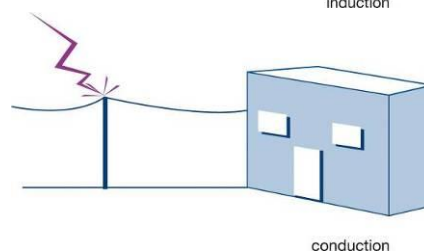
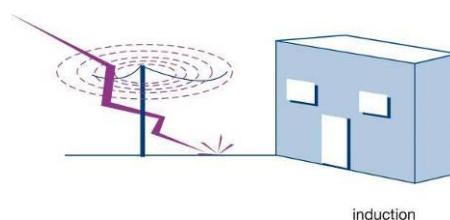
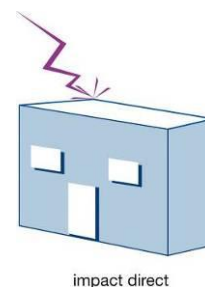
Il faut rappeler que si la foudre est à l'origine de nombreux incendie, l'orage peut créer aussi des dégâts par d'autres phénomènes (vent violent, abondance des pluies, grêle).



## 1.2. Définitions des différents coups de foudre

Les différents coups de foudre :

- **Effets directs :**
  - effets thermiques : effets de fusion liés à la quantité de charges électriques au point d'impact, effets de dégagement de chaleur par effet Joule
  - effets dus aux amorçages : impédances différentes (canalisations, bâtiments...) = différence de potentiel
  - effets d'induction : champs rayonnés : électriques et magnétiques
  - effets électrodynamiques : décomposition galvanique
  - effets acoustiques : tonnerre
  - effets lumineux : éclairs.
- **Effets indirects :** effets des champs électriques et magnétiques rayonnés sur les installations, dont les principaux modes de propagation sont : le couplage ohmique, le couplage inductif et le couplage capacitif.



Les coups de foudre à la terre peuvent être dangereux pour les personnes, les structures et les services :

- **le danger pour la structure** peut donner lieu à :
  - des dommages affectant la structure et son contenu
  - des défaillances des réseaux électriques et électroniques associés
  - des blessures sur des êtres vivants dans la structure ou à proximité.

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

- **le danger pour les services** peut donner lieu à :
  - des dommages affectant le service lui-même
  - des défaillances des équipements électriques et électroniques associés.

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

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

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

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

À titre d'illustration, le tableau suivant présente de façon simplifiée les principaux effets d'un coup de foudre sur une installation.

Effets de coups de foudre	Phénomènes physiques	Conséquences	Risques potentiels
Effets thermiques	Effets de fusion liés à la quantité de charges électriques au point d'impact.  Effets de dégagement de chaleur par effet Joule.	Échauffement suite au passage de l'énergie de foudre.	Perçage de capacité = incendie.  Allumage d'une atmosphère suroxygénée ou explosible.
Effets d'amorçage	Impédances différentes (canalisations, bâtiments...) = différence de potentiel.	Liés à la mise en œuvre des paratonnerres. Liés aux différences de potentiel. Liés à l'onde de choc sur les circuits électriques et électroniques. Liés aux champs électriques ou champs magnétiques rayonnés.	Allumage d'une atmosphère suroxygénée ou explosible.  - Etincelles.  - Arcs électriques.  - Risque d'électrocution.
Effets électrodynamiques	Apparition de forces.	Liés aux passages de courants importants.	Déformation ou rupture d'éléments : - descente paratonnerre - canalisations - câbles électriques.
Coupure de tension	/	Destruction de sources d'énergie.	Arrêt de certaines fonctions de sécurité.
Surtension transitoires générées par les décharges atmosphériques	Augmentation de la tension aux bornes des équipements due aux surtensions véhiculées par les lignes d'alimentation.  Ces surtensions sont créées par conduction induction ou remontée de terre	Destruction du matériel sensible et de commande du process par surtension causée par l'onde de choc ou par des IEMF (Impulsions Electro Magnétiques de Foudre).  Mauvaise information des capteurs locaux.  Dysfonctionnement de la supervision du process.  Destruction de tout ou partie du système de sécurité.  Destruction des moyens de communication.	Arrêt de certaines fonctions.  Destruction du matériel.  Ordres intempestifs (rejets non contrôlés...)  Non prise en compte d'informations de « sécurité ».  Isolement par rapport aux services de secours.

## 2. PRESENTATION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre (A.R.F.)

---

### 2.1. Objet de l'Analyse du Risque Foudre

Par ses multiples effets, la foudre est susceptible d'engendrer dans les installations industrielles des sinistres sur les structures des bâtiments et des perturbations au niveau des équipements et des moyens de production. Les conséquences dues à ces phénomènes peuvent entraîner directement ou indirectement des risques graves pour la sécurité du personnel, la sûreté du matériel et la qualité de l'environnement.

L'Analyse du Risque Foudre permet de définir s'il y a nécessité de mettre en place un système de protection contre la foudre et, si oui, quel est le niveau de protection à atteindre.

Elle est réalisée conformément à l'arrêté du 04 Octobre 2010 modifié et la circulaire d'application du 24 Avril 2008.

### 2.2. Méthode

L'Analyse du Risque Foudre est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre Partie 2 : Analyse du risque ».

La méthode d'évaluation de la norme NF EN 62305-2 prend en compte différents critères influents tels que la densité de foudroïement, les dimensions et la structure du bâtiment, l'activité qu'il abrite et les dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroïement sur ou à proximité des bâtiments concernés.

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

La probabilité des dommages dus à la foudre dépend de la structure, du service et des caractéristiques du courant de foudre ainsi que du type et de l'efficacité des mesures de protection appliquées.

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable à  $10^{-5}$ . Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur. Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à atteindre pour chaque bâtiment ou zone étudié. Le niveau de protection peut aller de I pour le plus sévère à IV pour le moins sévère. Cette méthode permet d'optimiser les différentes solutions de protection à mettre en œuvre à l'aide de système paratonnerre et ou parafoudre.

La méthode d'analyse du risque NF EN 62305-2 est modélisée par le logiciel officiel de l'UTE « **Jupiter - Version 1.3.0** » qui est utilisé dans les calculs qui suivent.



### 2.3. Limites de l'Analyse du Risque Foudre

L'Analyse du risque Foudre est établie à partir des connaissances existantes au jour de son élaboration. Elle peut être sujette à des modifications en fonction de l'évolution des normes, des techniques et des réglementations.

La foudre est un phénomène naturel et aléatoire ; la présente Analyse du Risque Foudre ne peut garantir l'efficacité totale des résultats obtenus. En conséquence, en cas de foudroiement des installations étudiées, la responsabilité de la société Energie Foudre ne saurait être engagée au-delà du montant de l'étude.

Les protections existantes ne sont pas prises en compte dans l'Analyse du Risque Foudre. L'Etude Technique traitera des moyens de protection à mettre en œuvre et de la mise en conformité des protections existantes si nécessaire.

### 2.4. Principaux paramètres influents dans la méthode d'analyse du risque foudre

En fonction de la configuration du site, certains bâtiments peuvent être découpés en différentes zones afin de tenir compte de la diversité des risques et d'optimiser l'analyse de risque et les protections qui en découlent.

Les critères pris en compte dans les calculs de l'analyse du risque seront choisis, entre autres, en fonction des paramètres suivants :

- Densité de foudroiement sur le site  
La densité de foudroiement  $N_g$  prise en compte dans l'étude correspond au nombre d'impacts par an au  $\text{km}^2$  sur le département concerné. Cette valeur est issue de la carte du niveau kéraunique présente dans le logiciel Jupiter.
- Dimensions du bâtiment  
Le risque foudre sur un bâtiment dépend de ses dimensions (longueur, largeur et hauteur).
- Facteur d'emplacement  
L'emplacement relatif de la structure dépend des objets environnants ou de l'exposition de la structure. Différents cas peuvent se présenter :
  - bâtiment entouré par des structures plus hautes
  - bâtiment entouré par des structures de même hauteur ou plus petites
  - bâtiment isolé (pas d'autres structures à proximité)
  - bâtiment isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule.

- Dangers particuliers

- pas de risque de panique
- faible niveau de panique : structures limitées à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100
- niveau de panique moyen : structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1 000
- difficulté d'évacuation : structures avec personnes immobilisées, hôpitaux
- niveau de panique élevé : structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1 000
- danger pour l'environnement : émission de substances biologiques, chimiques et/ou radioactives dans le périmètre immédiat de la structure ou du site
- contamination de l'environnement : émission de substances biologiques, chimiques et/ou radioactives dans une zone débordant largement du périmètre immédiat de la structure ou du site au-delà des valeurs autorisées.

- Risque d'incendie

Le risque d'incendie est lié à la charge calorifique de la structure et de son contenu Elle s'exprime en Mégajoule par m<sup>2</sup> (MJ/m<sup>2</sup>). Les définitions sont données ci-après :

- pas de risque : structure concernée par aucun des cas ci-dessous
- risque faible : charge calorifique inférieure à 400 MJ/m<sup>2</sup>
- risque ordinaire : charge calorifique comprise entre 400 MJ/m<sup>2</sup> et 800 MJ/m<sup>2</sup>
- risque élevé : charge calorifique supérieure à 800 MJ/m<sup>2</sup>
- risque d'explosion : structure contenant des mélanges explosifs.

- Protection anti-incendie

La présence ou non de moyens de lutte contre l'incendie est pris en compte. Les définitions sont données ci-après :

- pas de protection : aucune des dispositions indiquées ci-dessous
- protection manuelle : une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchées manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiments étanches, voies d'évacuation protégées
- protection automatique : une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarme automatiques  
\* seulement si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est inférieur à 10 minutes.

- Type de sol

- béton
- bois
- moquette
- etc...

- Facteur d'environnement de la ligne entrante dans le bâtiment

L'emplacement relatif de la ligne dépend des objets environnants. Différents cas peuvent se présenter :

- urbain avec bâtiments dont la hauteur est supérieure à 20 mètres
- urbain avec bâtiments dont la hauteur est comprise entre 10 et 20 mètres
- suburbain avec bâtiments dont la hauteur est inférieure à 10 mètres
- rural pour des zones présentant une faible densité de bâtiment (ex : la campagne).

- Résistivité du terrain  
Pour les lignes enterrées, lorsque la résistivité du terrain est inconnue, il convient d'estimer la valeur maximale de  $500 \Omega\text{m}$
  
- Longueur de la ligne entrante  
Lorsque la longueur de la ligne est inconnue on estime une valeur maximale de celle-ci égale à 1000 mètres.
  
- Type de câblage
  - câble non écrané  $K_{s3} = 1$  : pas de précaution de cheminement afin d'éviter les boucles
  - câble non écrané  $K_{s3} = 0,2$  : précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille
  - câble non écrané  $K_{s3} = 0,02$  : précaution de cheminement afin d'éviter les boucles
  - câble écrané avec résistance d'écran  $K_{s3} = 0,001$  :  $5 < R_s \leq 20 \Omega/\text{km}$
  - câble écrané avec résistance d'écran  $K_{s3} = 0,0002$  :  $1 \leq R_s < 5 \Omega/\text{km}$
  - câble écrané avec résistance d'écran  $K_{s3} = 0,0001$  :  $R_s < 1 \Omega/\text{km}$
  
- Tension de tenue
  - catégorie 1 : composants électroniques dont la tension de tenue aux chocs est faible ; cette tension de tenue aux chocs est spécifiée par le constructeur
  - catégorie 2 : matériels d'utilisation destinés à être connectés à l'installation électrique fixe du bâtiment ; leur tenue aux chocs est au moins égale à 2 kV
  - catégorie 3 : matériels appartenant à l'installation fixe et d'autres matériels pour lesquels un plus haut niveau de fiabilité est demandé ; leur tenue aux chocs est au moins égale à 4 kV
  - catégorie 4 : matériels utilisés à l'origine ou au voisinage de l'origine de l'installation en amont du tableau de distribution ; leur tenue aux chocs est au moins égale à 6 kV.

## 2.5. Quelques termes et définitions utilisés

- Structures à protéger  
Structure pour laquelle une protection contre les effets de la foudre est exigée.
- Structures dangereuses pour l'environnement  
Structures qui peuvent être à l'origine d'émissions biologiques, chimiques ou radioactives à la suite d'un foudroiement, par exemple les installations chimiques, nucléaires, etc...
- Environnement urbain  
Zone présentant une forte densité de bâtiments, avec une population importante et des immeubles élevés (ex : centre-ville).
- Environnement suburbain  
Zone présentant une densité moyenne de bâtiment (ex : les zones à la périphérie immédiate des villes).
- Environnement rural  
Zone présentant une faible densité de bâtiments (ex : campagne).
- Réseau interne  
Réseaux électriques et électroniques à l'intérieur d'une structure.
- Service à protéger  
Service pénétrant dans une structure pour lequel la protection contre les effets de la foudre est exigée, conformément à la présente norme.
- Système de protection contre la foudre (SPF)  
Installation complète utilisée pour réduire les dommages physiques dus aux coups de foudre qui frappent une structure. Elle comprend à la fois des installations extérieures et intérieures de protection contre la foudre (IEPF et IIPF).
- Installation Extérieure de Protection Foudre (IEFP)  
Partie du système de protection contre la foudre comprenant un dispositif de capture, des conducteurs de descente et une prise de terre.
- Installation Intérieure de Protection Foudre (IIPF)  
Partie du système de protection contre la foudre comprenant des liaisons équipotentielles de foudre et des parafoudres.
- Parafoudre coordonné  
Parafoudre dont les caractéristiques sont choisies de façon coordonnée (coordination en énergie) et qui est installé de manière appropriée pour réduire les défaillances des réseaux électriques et électroniques.
- Liaison équipotentielle de foudre  
Interconnexion des parties métalliques d'une installation de SPF par des connexions directes ou par des parafoudres réduisant les différences de potentiel engendrés par le courant de foudre.

### Types d'impacts

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

### Impacts sur la structure

- RA : composante du risque lié aux blessures sur les êtres vivants
- RB : composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure
- RC : composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes.

### Impacts à proximité de la structure

- RM : composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes.

### Impacts sur le service connecté

- RU : composante du risque lié aux blessures sur les êtres vivants
- RV : composante du risque lié aux dommages physiques sur la structure
- RW : composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes.

### Impacts à proximité d'un service

- RZ : composante du risque lié aux défaillances des réseaux internes.

### Risques de pertes

- R1 : Risque de perte 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 perte de valeur économique dans une structure.

## 2.6. Normes et réglementations

Les principaux documents de référence sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

### Normes

NF EN 62305-1	Juin 2006	Protection contre la foudre, Partie 1 : principe généraux
NF EN 62305-2	Déc 2006	Protection contre la foudre, Partie 2 : analyse du risque

### Textes officiels

ARRETE DU 4 OCTOBRE 2010	Protection contre la foudre de certaines installations classées
CIRCULAIRE DU 24 AVRIL 2008	Circulaire relative à l'arrêté du 15 janvier 2008
ARRETE DU 5 AOUT 2002	Prévention des sinistres dans les entrepôts couverts soumis à autorisation sous la rubrique 1510
ARRETE DU 23 DECEMBRE 2008	Prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à déclaration sous la rubrique 1510 (article 4.3)

Nota : l'arrêté du 4 Octobre 2010 a été modifié par l'arrêté du 19 Juillet 2011.

## 2.7. Présentation du document

L'Analyse du Risque Foudre est décomposée comme suit :

- l'identification des risques liés à une agression foudre  
Cette analyse est faite à partir des renseignements qui nous ont été communiqués afin d'identifier les activités et processus pour lesquelles une agression foudre et les effets qui s'en suivent peuvent devenir des facteurs déclenchants.
- l'analyse du risque  
L'analyse du risque foudre sur le site est établie conformément à la norme NF EN 62305-2. Cette analyse prend en compte différents critères influents qui permettent de déterminer les risques de pertes dus à la foudre et s'il y a nécessité de protection. Cette analyse permet de déterminer, pour chaque bâtiment (ou zone) étudié, le niveau de protection approprié afin de réduire le risque de perte de vie humaine R1 à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable fixée à  $10^{-5}$ . Le niveau de protection peut aller de I pour le plus sévère à IV pour le moins sévère.

## 2.8. Limites d'intervention

L'Analyse du Risque Foudre concerne les risques liés à un impact direct et indirect de la foudre sur le site.

## 2.9. Documents à disposition

L'analyse est réalisée à partir des éléments en notre possession :

- étude de dangers : non
- zonage Atex : non
- plan de masse du site : oui
- plan des façades des bâtiments : non
- plan des réseaux (VRD, terre, électrique...) : non
- liste des équipements importants pour la sécurité : oui
- schéma de distribution BT et TBT : non
- liste des renseignements communiquée par KALIES : oui

### 3. CARACTERISTIQUES DU SITE ETUDIE

---

#### 3.1. Adresse

PANHARD – ROUTE DE ROINVILLE – 28700 AUNEAU

#### 3.2. Activité

Plateforme Logistique.

#### 3.3. Liste des rubriques

Rubriques n° : 1510, 1530, 1532, 2662, 2663-1 et 2, 4331

Le classement ICPE du site sous les rubriques listées ci-dessus, impose la réalisation d'une ARF conformément à l'arrêté du 04 Octobre 2010.

#### 3.4. Type de zone d'implantation

Le site est implanté en zone industrielle

#### 3.5. Densité de foudroiement sur le site

La densité de foudroiement prise en compte dans l'étude correspond au nombre d'impacts par an au km<sup>2</sup> sur le département de **L'Eure-et-Loir**

Cette valeur est issue de la carte présente dans la norme NFC 17-102 F11 de Mai 2015 (cf. annexe).

Ng retenue dans l'étude : Ng = 1,1

#### 3.6. Identification des événements redoutés

Le risque principal pour le site PANHARD à Auneau est l'incendie.

L'origine de cet incendie peut être diverse :

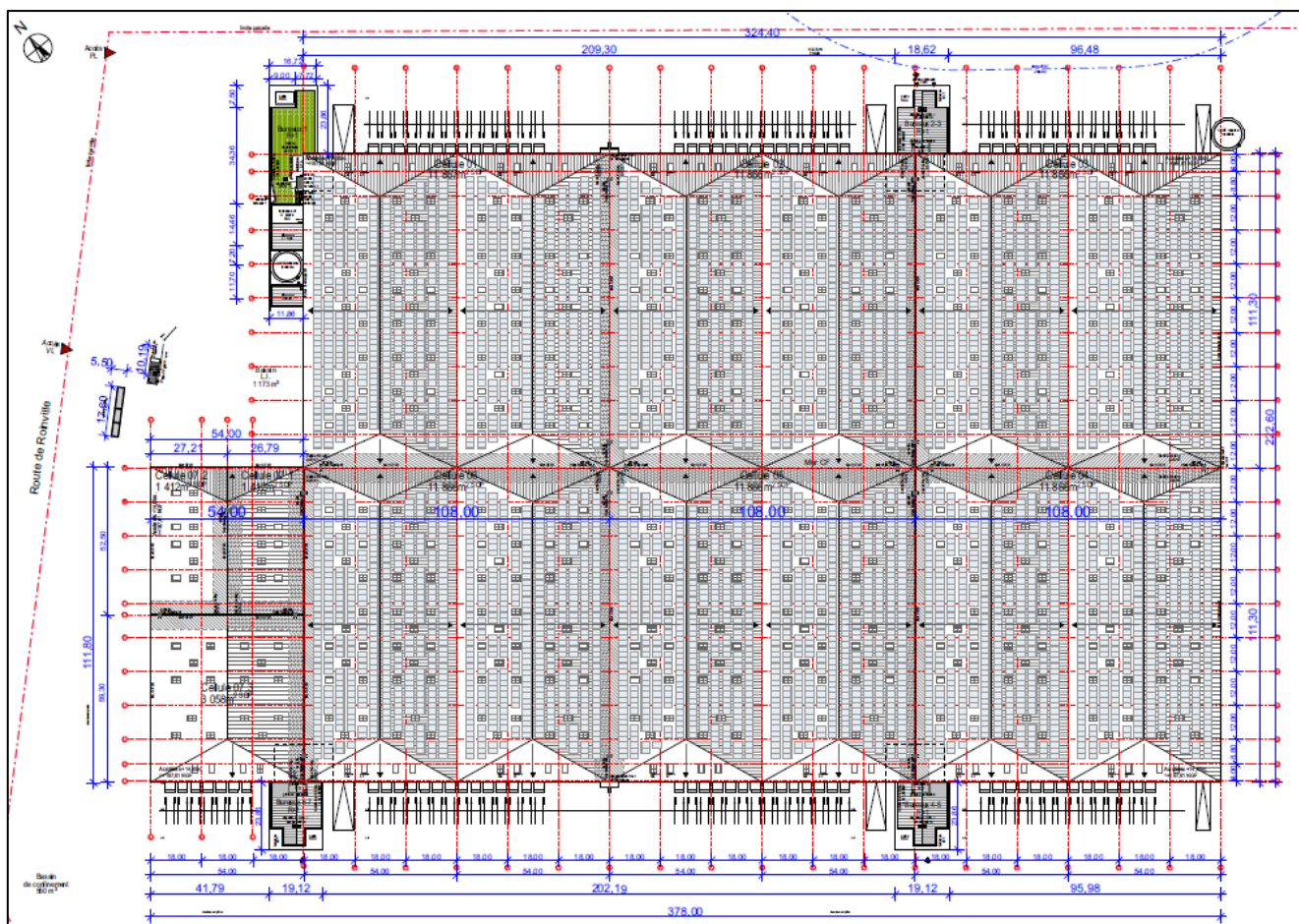
- acte de malveillance
- étincelle initiée par un équipement électrique
- problème électrique
- travail par point chaud
- l'impact direct ou indirect de la foudre sur le bâtiment ou sur les services peut être aussi à l'origine d'un départ de feu.

Les conséquences sont principalement des risques pour les personnes et/ou des dégâts matériels. Cependant, ils peuvent influencer fortement la pérennité et la continuité de service de la société.



### 3.7. Structures et zones objet de l'étude

La structure projetée, objet de l'étude, est le bâtiment dans sa totalité.



**Nota :** nous considérerons comme risque majeur l'incendie en cas d'impact sur les structures.

### 3.8. Nature du sol extérieur

Terre végétale engazonnée et zone de circulation avec enrobés bitumineux.

Le tableau ci-dessous indique à titre indicatif la valeur de la résistivité en fonction de la nature du terrain rencontré.

Désignation	Nature du terrain (exemple)	Résistivité en $\Omega/m$
Très faible	Terrain marécageux	< 100
Faible	Marnes - Argiles	30 à 200
Moyenne	Sable, Sol pierreux	200 à 500
Forte	Calcaire	500 à 1000
Très forte	Granit	> 1000

**Nota :** nous retiendrons, par défaut, une résistivité de 500  $\Omega/m$ , qui correspond à une valeur standard.

#### 4. ANALYSE DU RISQUE Foudre SUR LE BATIMENT

Caractéristiques de la structure	
Facteur d'emplacement (dépend des structures environnantes)	Le bâtiment est entouré par des structures plus petites ou de hauteur équivalente
Surface équivalente d'exposition du bâtiment ( $Ad = L \times l + 6H(L+l) + 9\pi.H^2$ )	L max : 378 m ; l max : 223 m ; H max : 14,5 m → $Ad = 1,43E-01 \text{ m}^2$
Type de construction	Charpente : métallique ; Façade : bardage métallique ; Toiture : bac acier
Type de sol à l'intérieur	Béton

Description de la zone concernée	
Dangers particuliers Risque de panique en cas d'évacuation	Compte tenu des caractéristiques de la structure et de l'effectif, le risque de panique est considéré comme faible
Dangers particuliers Risque pour l'environnement pouvant créer un risque de perte de vie humaine	Compte tenu de l'activité, il n'y a pas de danger pour l'environnement en cas de sinistre
Risque d'incendie	Compte tenu de l'activité du bâtiment et des produits stockés, le risque d'incendie est considéré comme ordinaire
Moyens de lutte contre l'incendie	Protection automatique
Protection tension de contact	Terre équipotentielle

EIPS	
Liste des Equipements Importants Pour la Sécurité reliés au bâtiment	Centrale détection incendie, alarme anti-intrusion, détection fuite de gaz, les motopompes sprinkler

Ligne d'alimentation énergie Basse Tension	
Provenance de la ligne BT alimentant le bâtiment	TGBT
Type de ligne	Souterrain
Longueur estimée de la ligne entre l'origine de l'alimentation et l'équipement	1 000 mètres
Position relative de la ligne	Entourée par des structures plus hautes
Tenue aux surtensions de l'équipement	2,5 kV

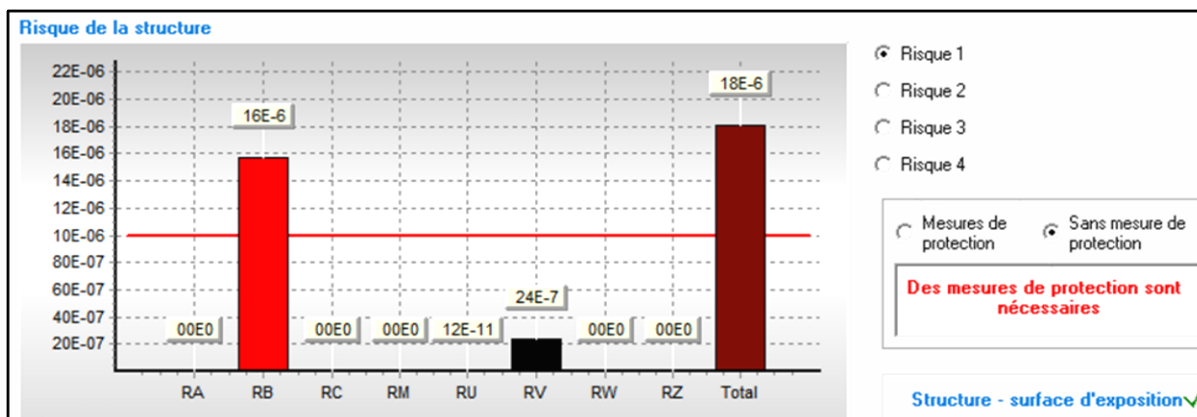
Ligne téléphonique	
Désignation de l'équipement relié dans la structure	Autocommutateur
Type de ligne	Souterrain
Longueur estimée de la ligne entre l'origine et l'équipement	1 000 mètres
Position relative de la ligne	Entourée par des structures plus hautes

Nota 1 : les hypothèses de calcul ci-dessus ont été déterminées suivant les paramètres définis au § 2.3.

Nota 2 : l'ensemble des données d'entrée est détaillé en annexe (cf. données Jupiter).

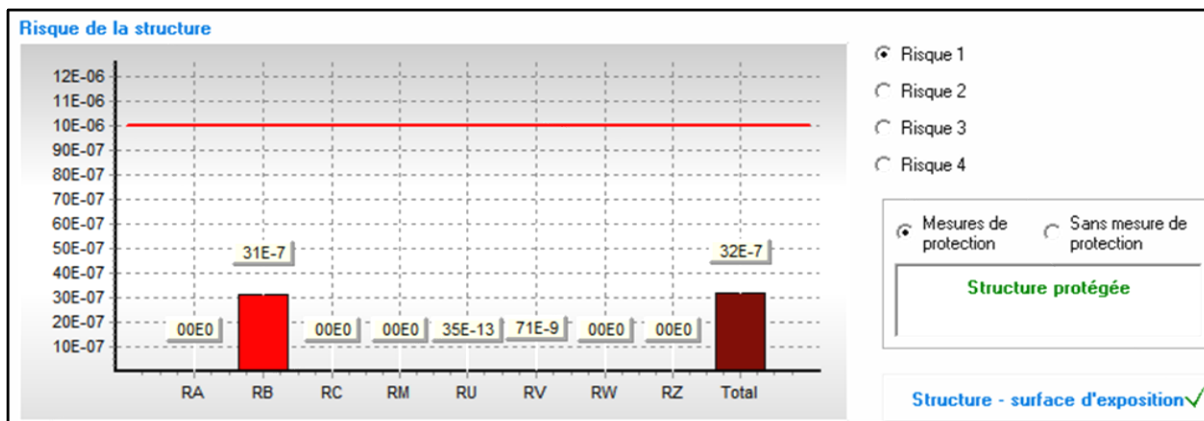
## Résultats de l'analyse du risque foudre sur le bâtiment

### Bâtiment sans protection



Lorsque le bâtiment n'est pas équipé de protection contre la foudre, le diagramme ci-dessus montre que la valeur du risque de perte de vie humaine R1, égale à  $1,8 \cdot 10^{-5}$ , est supérieure au risque tolérable, dont la valeur est fixée à  $10^{-5}$ .

### Bâtiment avec protection



Le diagramme ci-dessus montre que la mise en œuvre d'un système de protection contre la foudre, de niveau IV minimum, abaisse le risque de perte de vie humaine R1 à une valeur égale à  $0,32 \cdot 10^{-5}$ ; valeur inférieure au risque tolérable RT fixée à  $10^{-5}$ .

**Conclusion : le bâtiment doit être équipé d'un système de protection contre la foudre de niveau IV minimum.**

## 5. CONCLUSION DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

---

L'analyse du risque foudre sur le site est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2. Elle est modélisée par le logiciel officiel de l'UTE « Jupiter - version 1.3.0 ».

Le résultat de l'analyse du risque foudre sur le site PANHARD à Auneau pour obtenir une valeur du risque de perte de vie humaine R1 inférieure à  $10^{-5}$  (limite supérieure du risque tolérable fixée par la norme NF EN 62305-2) est le suivant :

<b>Le niveau de protection défini dans l'analyse du risque foudre est le niveau IV</b>
--

EIPS : les équipements importants pour la sécurité doivent être protégés par des dispositifs adaptés ; ces équipements à prendre en considération sont les suivants :

- la détection incendie
- l'alarme anti-intrusion
- la détection fuite de gaz
- les motopompes sprinkler

Cette liste n'est pas exhaustive et peut être complétée par le département Sécurité Environnement du site.

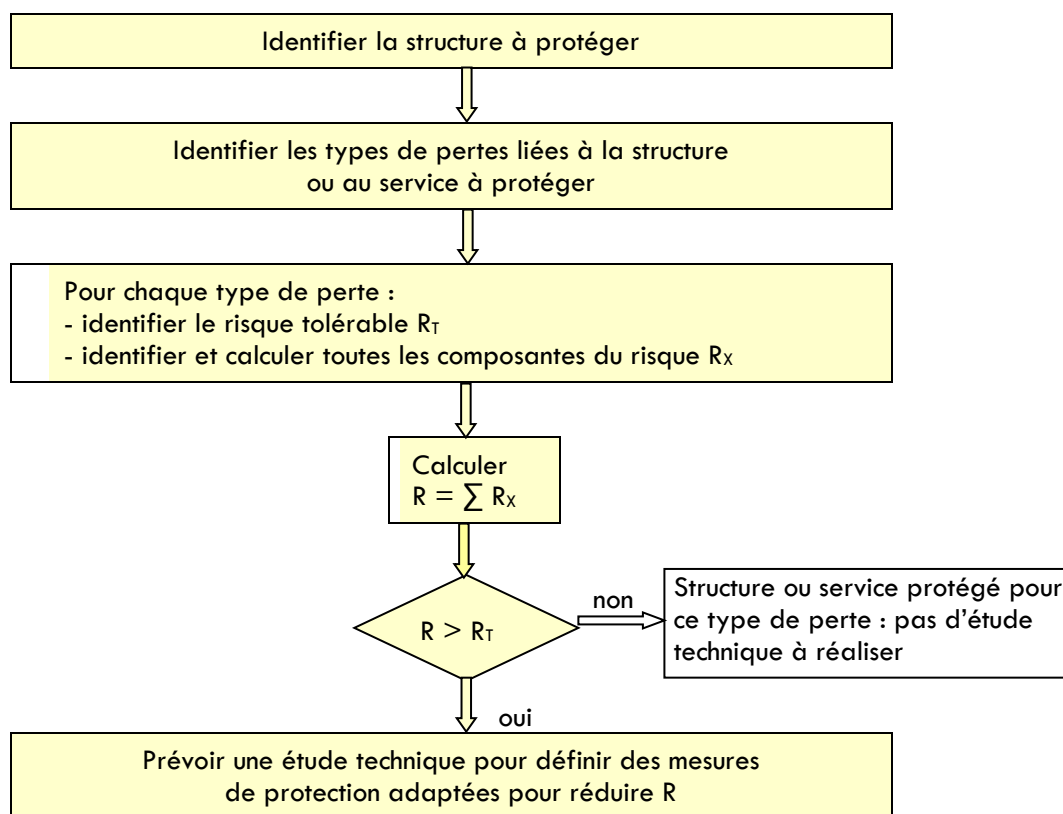
Moyen de prévention : aucun système de prévention n'a été recensé sur le site.

Conformément à l'arrêté du 4 Octobre 2010 modifié, une étude technique doit être réalisée par un organisme compétent et définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu d'implantation ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique puis complétée, si besoin, après la réalisation des dispositifs de protection.

Un carnet de bord doit être tenu par l'exploitant. Les chapitres qui y figurent sont rédigés lors de l'étude technique.

Les systèmes de protection contre la foudre prévus dans l'étude technique sont conformes aux normes françaises ou à toute norme équivalente en vigueur dans un Etat membre de l'Union Européenne.



---

# **ANNEXE : DONNEES DU LOGICIEL JUPITER & CARTE DE DENSITE DE FOUROIEMENT**

## Données logiciel Jupiter

### Client:

Kalies - Panhard - Auneau

### 1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

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

### 2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux  
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques  
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie  
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures  
mars 2006;

### 3. STRUCTURE A PROTEGER

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

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

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

### 4. DONNEES D'ENTREES

#### 4.1 Densité de foudroiement

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

$$N_g = 1,1 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

#### 4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 223    B (m): 378    H (m): 14,5

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine
- perte de valeurs économiques

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

- risque R1 ;

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

#### 4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: BT
- Ligne Telecom: Tel

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

#### 4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

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

sont définies les zones suivantes :

Z1: 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 d'exposition  $A_d$  due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition  $A_m$  due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition  $A_l$  et  $A_i$  pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

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

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

### 6. EVALUATION DES RISQUES

#### 6.1 Risque R1: pertes en vies humaines



### 6.1.1 Calcul de R1

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

Z1: Structure  
RB: 1,57E-05  
RU(BT): 5,88E-11  
RV(BT): 1,18E-06  
RU(Autocom): 5,88E-11  
RV(Autocom): 1,18E-06  
Total: 1,81E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,81E-05

### 6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total R1 = 1,81E-05 est plus grand que le risque tolérable RT = 1E-05, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. Composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Structure  
RD = 86,9888 %  
RI = 13,0112 %  
Total = 100 %  
RS = 0,0007 %  
RF = 99,9993 %  
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 = 86,9888 %  
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

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

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

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

- installer un Paratonnerre de niveau IV ( $P_b = 0,2$ )
- Pour la ligne Ligne1 - BT:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Tel:
  - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

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

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

Zone Z1: Structure

$P_a = 1,00E-02$

$P_b = 0,2$

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

$P_c (Autocom) = 1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m (BT) = 1,00E+00$

$P_m (Autocom) = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

$P_u (BT) = 3,00E-04$

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

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

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

$P_u (Autocom) = 3,00E-04$

$P_v (Autocom) = 3,00E-02$

$P_w (Autocom) = 1,00E+00$

$P_z (Autocom) = 1,00E+00$

$r_a = 0,01$

$r_p = 0,2$

$r_f = 0,01$

$h = 2$

Risque R1: pertes en vies humaines

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

Z1: Structure

RB:  $3,15E-06$

RU(BT):  $1,76E-12$

RV(BT):  $3,53E-08$

RU(Autocom):  $1,76E-12$

RV(Autocom):  $3,53E-08$

Total: 3,22E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 3,22E-06

## 8. CONCLUSIONS

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

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

## 9. APPENDICES

### APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 223 B (m): 378 H (m): 14,5

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits (Cd = 0,5)

Blindage de structure :Aucun bouclier écuence de foudroiement (1/km<sup>2</sup> an) Ng = 1,1

### APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: BT

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

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

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

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

Caractéristiques des lignes: Tel

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

Longueur (m) Lc = 1000

résistivité (ohm.m) r = 500

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

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

### APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Structure

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton (ru = 0,01)

Risque d'incendie: ordinaire (rf = 0,01)

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

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

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: isolation

Réseaux interneBT

Connecté à la ligne BT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 50 m<sup>2</sup> (Ks3 = 1)

Tension de tenue: 2,5 kV  
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)  
Réseaux interneAutocom  
Connecté à la ligne Tel  
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 50 m<sup>2</sup> (Ks3 = 1)  
Tension de tenue: 1,5 kV  
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Structure  
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001  
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05  
Perte dues à des dommages physiques (liées à R4) Lf =0,5  
Pertes dues à la défaillance des réseaux internes (liées à la R4) = Lo0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Structure  
Risque 1: Rb Ru Rv  
Risque 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

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

### Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure Ad =1,43E-01 km<sup>2</sup>  
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure Am =5,81E-01 km<sup>2</sup>  
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure Nd =7,87E-02  
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure Nm =5,60E-01

### Lignes électriques

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

BT

AI = 0,021388 km<sup>2</sup>  
Ai = 0,559017 km<sup>2</sup>

Tel

AI = 0,021388 km<sup>2</sup>  
Ai = 0,559017 km<sup>2</sup>

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

BT

NI = 0,005882  
Ni = 0,307459

Tel

NI = 0,005882  
Ni = 0,307459

## APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

## Zone Z1: Structure

$$P_a = 1,00E-02$$

$$P_b = 1,0$$

$$P_c \text{ (BT)} = 1,00E+00$$

$$P_c \text{ (Autocom)} = 1,00E+00$$

$$P_c = 1,00E+00$$

$$P_m \text{ (BT)} = 1,00E+00$$

$$P_m \text{ (Autocom)} = 1,00E+00$$

$$P_m = 1,00E+00$$

$$P_u \text{ (BT)} = 1,00E-02$$

$$P_v \text{ (BT)} = 1,00E+00$$

$$P_w \text{ (BT)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (BT)} = 4,00E-01$$

$$P_u \text{ (Autocom)} = 1,00E-02$$

$$P_v \text{ (Autocom)} = 1,00E+00$$

$$P_w \text{ (Autocom)} = 1,00E+00$$

$$P_z \text{ (Autocom)} = 1,00E+00$$

### Carte de densité de foudroiement

