

**Bureau d'étude, Expertise, Conseil,  
Formation : Risque Foudre, Énergie, Environnement**  
2, Rue Delbourg – 69 540 - IRIGNY / FRANCE  
☎ : 04.37.41.16.10 - Fax : 04.72.30.13.36  
e-mail : [r.goiffon.consult@wanadoo.fr](mailto:r.goiffon.consult@wanadoo.fr)  
[www.rg-consultant.com](http://www.rg-consultant.com)

**Qualifoudre**  
INERIS  
N° 071179534036  
Niveau C



Chambre d'Ingénierie et du Conseil de France  
N° d'adhésion 2508



**SAINT MACLOU (27)**

« Analyse du Risque Foudre »

S.A.R.L. - **R.G.Consultant** - au capital de 20 000 Euros - R C S Lyon B 409733995  
SIRET 409 733 995 00024 APE 7490B T.V.A. FR 52.409.733.995  
Domiciliation Bancaire CIC BANQUE PRIVEE BESANCON 30087 33190 00038804101 09  
Organisme de formation n°826906449



## SAINT MACLOU (27)

« Analyse du Risque Foudre »

Référence document




**RGC 20984**

### RESUME :

Ce document représente le dossier d'analyse du risque foudre des installations que la Société **BRANGEON LOGISTIQUE** exploite sur la commune de **Saint Maclou** dans le département de l' Eure (27).

Il a été réalisé à la suite de notre visite du 18 Novembre 2011 en accord avec **Mr PETITE** (Chargé Mission Environnement).

L'objectif est de soumettre l'installation ICPE à l'arrêté du 19 juillet 2011 dans sa première partie.

Rédacteur	Vérification	Approbation	Révision
Noms : <b>Martin GOIFFON</b> Date : 15/12/2011 Visa 	Nom : S. BRASART Date 19/12/11 Visa 	Nom : Y. HADDACHE Date 19/12/11 Visa 	<b>A</b>

### Diffusion : GROUPE BRANGEON

49620 - LA POMMERAYE  
Tél. : 02.41.72.11.55  
A l'att. Mme V.VION  
Email : [valerie.vion@brangeon.fr](mailto:valerie.vion@brangeon.fr)

### R.G. Consultant

2, Rue Delbourg  
69540 - IRIGNY  
Tél : 04 37 41 16 10  
Fax 04 72 30 13 36  
Email : [r.goiffon.consult@wanadoo.fr](mailto:r.goiffon.consult@wanadoo.fr)

Archive papier  
et informatique

**TABLE DES MODIFICATIONS**

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 20984	15/12/11	Analyse de risque foudre

**LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR GROUPE BRANGEON**

INTITULE	N° Fournis
Plan de masse	Oui
Liste des rubriques classées ICPE	Oui
Plan de masse ATEX	Oui
Etude de Dangers	APAVE

**SOMMAIRE**

<b>1. GENERALITES .....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJET .....	5
1.2 LIMITE DE L'A.R.F .....	5
<b>2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES .....</b>	<b>6</b>
<b>3. METHODOLOGIE.....</b>	<b>7</b>
<b>4. PRESENTATION GENERALE &amp; EXPERTISE.....</b>	<b>9</b>
4.1 PRESENTATION GENERALE .....	9
4.2 NATURE DES EVENEMENTS REDOUTES.....	10
4.3 EXPERTISE DES INSTALLATIONS .....	14
4.3.1 <i>Descriptifs des Systèmes de Protection Foudre (S.P.F) existants.....</i>	<i>16</i>
<b>5. ANALYSE DU RISQUE FOUDRE .....</b>	<b>17</b>
5.1 DENSITE LOCALE DE FOUDROIEMENT .....	17
5.2 PRINCIPE GENERAL.....	17
5.3 RISQUE R1 – PERTE DE VIE HUMAINE .....	18
5.4 EVALUATION DU RISQUE DE DOMMAGES .....	19
5.5 RESULTAT DU CALCUL DE L ARF .....	22
<b>6. SYNTHESE .....</b>	<b>25</b>

## **ANNEXES**

**Annexe 1** : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

**Annexe 2** : Plan de masse

**Annexe 3** : Généralités foudre

**Annexe 4** : Lexique

## 1. GENERALITES

### 1.1 Objet

La Société **BRANGEON LOGISTIQUE** gère une activité de plateforme logistique de containers maritimes sur la commune de Saint Maclou (27).

Le site est soumis à déclaration au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement et donc non-concerné par l'arrêté du 19 juillet 2011 modifiant l'arrêté du 04 octobre 2010.

Une analyse de risque est réalisée conformément aux articles 1 et 2 de ce dernier. Elle est le préalable à l'étude technique définissant à partir des données de sorties de cette dernière les préconisations de protection et de prévention éventuelles.

Ce document présente les résultats de cette Analyse de Risque Foudre ARF conforme à la norme NF EN 62305-2.

L'étude technique ultérieure (Si obligatoire) permettra de définir précisément les solutions de protections contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

Ces préconisations permettront de réduire les risques (humains, économiques,...) à un niveau acceptable.

### 1.2 Limite de l'A.R.F

Seul le risque R1 (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié. En effet :

- Le risque R2 est lié à la perte inacceptable de service public ; or aucun service public n'est touché par la dégradation éventuelle des installations concernées,
- Le risque R3 est lié à la perte d'éléments irremplaçables du patrimoine culturel ; il est habituellement évalué dans le cas de musées, d'églises ou de monuments historiques ; son intérêt n'est pas à retenir ici,
- Le risque R4 est lié à la perte économique ; il n'est pas pris en compte dans le cadre de cette analyse.

## 2. DOCUMENTS REGLEMENTAIRES

- **Arrêté du 4 octobre 2010** modifié par l'**arrêté du 19 juillet 2011** relatif à la protection contre la **foudre** de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.
- **Circulaire du 24 avril 2008** relative à l'application de l'arrêté du 15 janvier 2008 abrogé par l'arrêté du 19 juillet 2011.
- **NF EN 62 305-1** (C 17-100-1) – Juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].
- **NF EN 62 305-2** (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Evaluation du risque].
- **NF EN 62 305-3** (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].
- **NF EN 62 305-4** (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].
- **NF EN 61 643 - 11** – septembre 2002 [Parafoudres pour installation basse tension].
- **NF C 15-100** – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].
- **Guide UTE C 15-443** – août 2004 [Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres].
- **GESIP / UIC** – octobre 2009 [Recommandations pour la protection des installations industrielles contre les effets de la foudre].
- **Guide UTE C 15-712** - février 2008 [Installations photovoltaïques].
- **NF C 17-102** – septembre 2011 [Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'amorçage].
- **Guide UTE 17-106** – [Compteurs de coups de foudre]

### **3. METHODOLOGIE**

Le déroulement des Analyses du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée par la circulaire d'application de l'Arrêté Ministériel et décrit dans la norme NF EN 62 305 – 2 comportant plusieurs phases :

#### ⇒ **Caractéristiques du Site**

Cette partie s'attache à décrire, pour les installations qui ont été retenues lors de la première étape d'identification des risques, les différentes structures concernées, les moyens de prévention et de protection existants installés conformément aux normes ou à l'état de l'art et les équipements sensibles en vue de l'application de la norme NF EN 62305-2.

#### ⇒ **Nature des Evénements Redoutés**

Cette deuxième étape permet, d'identifier les événements redoutés et les mesures existantes de protection et de prévention prises pour la réduction des risques ; elle est basée sur le document traitant des risques (étude de dangers) et notre visite des installations.

Elle a pour objet de définir d'une part si les risques existants peuvent être déclenchés ou aggravés par effets directs ou indirects de la foudre, et d'autre part, si les dommages identifiés peuvent entraîner une perte de vie humaine (pour mémoire, dans le cadre de l'application aux installations soumises à l'Arrêté Ministériel, seul le risque R1 de perte L1 de vie humaine est retenu : il englobe notamment les risques de danger pour l'environnement et sa contamination).

#### ⇒ **Analyse du Risque Foudre**

La réglementation en vigueur n'impose pas systématiquement le recours à des moyens de protection contre la foudre : ceux-ci ne doivent être mis en œuvre que si les probabilités des risques analysés sont supérieures à des seuils définis dans les normes nationales ou internationales.

Cette analyse est effectuée de manière globale (effets directs et indirects) conformément à la norme NF EN 62305-2, mais uniquement pour ce qui concerne le risque de perte de vie humaine R1.

Les valeurs de ce risque R1, calculées pour chaque structure, à partir de l'évaluation des risques de blessures, des risques de dommages physiques et des risques de défaillances des réseaux électriques, sont comparées à la valeur de risque acceptable proposée par la norme NF EN 62305-2.



⇒ **Proposition de solutions adaptées pour ramener le risque à un niveau acceptable**

Si le risque calculé est supérieur à cette valeur acceptable, RG Consultant retient, dans l'Analyse de Risques, les mesures de protection appropriées pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à cette limite.

Il s'agit donc, lors de l'analyse de risque, de proposer des principes de solutions afin de respecter le seuil de risque proposé et donc de limiter les risques à ce qui est acceptable au sens des normes françaises et internationales.

**RG Consultant** peut éventuellement proposer des procédures d'alerte visant à prévenir les risques liés à la foudre. (Prévention grâce à des systèmes d'alertes, moulins à champs, ...)

Cette dernière partie débouche sur l'établissement de la liste des structures, des équipements à protéger et la définition des dispositifs de prévention éventuels (détection d'orage, ...) ou l'utilisation d'autres moyens de protection ou de secours (alarmes incendie, dispositif d'extinction incendie, ...).

*Nota : La définition des protections à mettre en place, les éventuels moyens complémentaires nécessaires pour la protection contre la foudre sont définis au stade de l'Etude Technique. Cette dernière rappelle également la nature et la périodicité des vérifications et contrôles réglementaires des installations de protection contre la foudre.*

## 4. PRESENTATION GENERALE & EXPERTISE

### 4.1 Présentation générale

La Société **BRANGEON LOGISTIQUE** gère une unité de remplissage de containers maritimes avec des matériaux de diverses natures sur la commune de **Saint Maclou (27)**.



*Plan n°1 : Environnement du site (Source Géoportail)*

Les équipements de protection contre l'incendie sont les suivants:

- Extincteurs et portes coupe-feu,
- Alarme incendie bâtiment basculeur.

Le terrain, qui occupe une surface globale de **38 738 m<sup>2</sup>**, comprend les installations suivantes :

- un bâtiment de 1 600 m<sup>2</sup> pour l'activité de basculement et remplissage de containers,
- des bungalows modulaires (local d'accueil, bureaux, locaux sociaux),
- des surfaces imperméabilisées en enrobé bitumineux (voirie, plateforme de stockage des containers) : 29 000m<sup>2</sup>,
- une station de distribution de carburants et une aire de lavage,
- 2 bassins de régulation des eaux pluviales (2 000 et 1 000 m<sup>3</sup>).
- Environ 5 000 m<sup>2</sup> d'espaces verts en périphérie du site (aménagement paysager).

L'analyse de risque prendra également en compte le nouveau bâtiment de stockage des containers anciennement géré par la société BOGASTBOIS.

Environ 15 personnes travaillent sur le site.

## 4.2 Nature des événements redoutés

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

Elle conduit à déterminer les niveaux de protection à mettre en place, afin de les rendre acceptables d'une part, pour la qualité de l'environnement, la sécurité des personnes, la sûreté des installations dans un cadre réglementaire et d'autre part, pour la continuité de l'exploitation dans un cadre volontaire.

- Situation réglementaire

Les installations sont classées pour les rubriques suivantes :

**(Issu de : Récépissé de déclaration AP du 09 juin 2010)**

1434 1. B) Liquides inflammables (installation de remplissage ou de distribution, à l'exception des stations-service visées à la rubrique 1435), installations de chargement de véhicules : citernes, de remplissage de récipients mobiles, le débit maximum équivalent de l'installation pour les liquides inflammables de la catégorie de référence (coefficient 1 étant), supérieur ou égal à 1 m<sup>3</sup>/h mais inférieur à 20 m<sup>3</sup>/h

**Valeur déclarée 4m<sup>3</sup>/h**

2663 2 b) Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de), supérieur ou égal à 1 000 m<sup>3</sup> mais inférieur à 10 000 m<sup>3</sup>

**Valeur déclarée 7 500m<sup>3</sup>**

2713 2. Installation de transit, regroupement ou tri de métaux ou de déchets de métaux non dangereux, d'alliage de métaux ou de déchets d'alliage de métaux non dangereux, à l'exclusion des activités et installations visées aux rubriques 2710, 2711 et 2712. La surface étant supérieure ou égale à 100 m<sup>2</sup> et inférieure à 1 000 m<sup>2</sup>

**Valeur déclarée 350m<sup>2</sup>**

2714 2. Installation de transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux de papiers/cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois à l'exclusion des activités visées aux rubriques 2710 et 2711. Le volume susceptible d'être présent dans l'installation étant supérieur ou égal à 100 m<sup>3</sup> mais inférieur à 1 000 m<sup>3</sup>

**Valeur déclarée 800m<sup>3</sup>**

- Evénements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

- Faire exploser ou enflammer des produits inflammables,
- Perforer ou échauffer des matériaux conducteurs,
- Faire exploser (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques.

#### Inflammation ou explosion d'un nuage gaz

Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.

#### Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques

Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm<sup>2</sup>) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosibles ou inflammables.

#### Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux

Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.

#### Percement de conteneur ou de canalisation

Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.

#### Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment

Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.

#### Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment

Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.

### Surtensions électriques par effets directs ou indirects

Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.

### Effets sur les personnes

Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.

Tableau n°1 : Interaction foudre/équipements

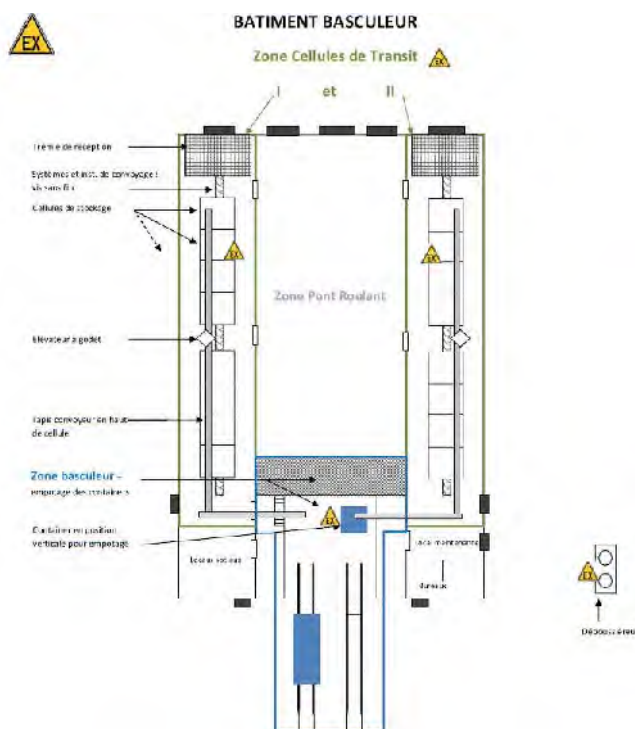
- Evénements redoutés

Ils peuvent avoir plusieurs causes :

- Un impact direct ou indirect de la foudre sur un bâtiment ou service (cause externe) ;
- La présence de source de chaleur, de feu nu ou d'étincelles à proximité de zones dangereuses et/ou ATEX.

L'étude des événements redoutés sur le site **Saint Maclou** a été réalisée à partir de l'étude de Dangers en avril 2010 et de la norme NF EN 62305-2.

Il en résulte la présence de zones dites ATEX de type Z0 en 3 emplacement comme représenté en schéma ci-dessous :



**Schéma n°1 : Implantation des zones ATEX pour le bâtiment basculeur**



Bâtiments / Installations	Identification des risques	E.I.P.S*	Bâtiments retenus ou non pour une ARF
Bureaux	Risque incendie faible Niveau de panique faible Perte et/ou défaillance de l'alimentation électrique et téléphonique	Extincteurs	<u>OUI</u>
Bâtiment Basculeur	Risque incendie élevé Niveau de panique faible Perte et/ou défaillance de l'alimentation électrique et téléphonique	Extincteurs, Alarme incendie	<u>OUI</u>
Bâtiment stockage	Risque incendie faible Niveau de panique faible Perte et/ou défaillance de l'alimentation électrique et téléphonique	Extincteurs	<u>OUI</u>

Tableau n°2 : Identification des zones et bâtiments retenus pour l'ARF

\* Equipement Important Pour la Sécurité

### 4.3 Expertise des installations

- *Alimentation électrique*

- ✓ Ensemble du site

Le site est alimenté par ligne enterrée issue du réseau de distribution publique en basse tension :

- Une ligne vient alimenter le bâtiment de stockage (régime de neutre : TNS ou TT),
- Une ligne vient alimenter le bâtiment basculeur ainsi que toutes les installations du site (régime de neutre : TT).

- *Equipements Sensibles / Organes de sécurité*

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Extincteurs	Non
Alarme technique	Oui
Informatique(onduleurs)	Oui
Pont bascule/Détecteur de radioactivité	Oui
Téléphonie (report d'alarme)	Oui

Tableau n°3 : Organes de sécurité sensibles à la foudre

- Historique foudre

Le site a subi des dégradations suite à un impact de la foudre sur un lampadaire courant été 2011.

Des dégâts ont été recensés sur les cartes électroniques du pont bascule.

- *Résistivité du terrain*

La nature du sol par sa résistivité influe sur le niveau de perturbation conduite sur les lignes externes entrantes ou sortantes dans les zones dangereuses ou les liaisons entre équipements. Cette valeur est utilisée dans le calcul de l'ARF. La valeur au-delà de laquelle il n'y a guère d'influence est de 500  $\Omega$ m (valeur prise dans le calcul de l'ARF).

- *Cuve de F.O.D et GO*

La tresse de mise à la terre des cuves n'est pas raccordée au réseau de terre.

Le risque d'étincelage est présent en période de dépotage.

- *Télécommunication*

Une ligne France Telecom arrive dans les bureaux du site. (5 paires sont utilisées)

La communication intra-site se fait par liaison fibre optique.



#### **4.3.1 Descriptifs des Systèmes de Protection Foudre (S.P.F) existants**

- Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

Aucun système de protection contre les effets directs la foudre.

- Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

Des parafoudres ont été installés dès l'origine des installations dans le bâtiment basculeur.

##### ➤ TGBT

Le TGBT est protégé par un parafoudre tétrapolaire de marque SCHNEIDER type 2.

Caractéristiques : I<sub>max</sub> : 40 kA, I<sub>n</sub> : 20 kA, U<sub>c</sub> : 350VAC

Le câblage du parafoudre respecte les normes en vigueur en termes de longueur de fil. (NF C 15-100)



**Photo n2 : Parafoudres sur une armoire divisionnai re**

##### ➤ Armoire ZCTI

L'armoire divisionnaire est protégé par un parafoudre tétrapolaire de marque SCHNEIDER type 2.

Caractéristiques : I<sub>max</sub> : 40 kA, I<sub>n</sub> : 20 kA, U<sub>c</sub> : 350VAC

Le câblage du parafoudre respecte les normes en vigueur en termes de longueur de fil. (NF C 15-100)

## **5. ANALYSE DU RISQUE FOUDRE**

### **5.1 Densité locale de foudroiemment**

La commune de **SAINT MACLOU** est située dans le département **de l'Eure (27)** qui subit 12 jours d'orages par an en moyenne depuis 1999 ( $T_d = 12$ ) par  $\text{km}^2$  et par an. La détermination du niveau kéraunique du site est définie à partir de la carte des niveaux kérauniques de France issue du guide UTE C 15-443.

La densité de foudroiemment ( $N_g$ ), est le nombre de coups par  $\text{km}^2$  et par an. On obtient cette valeur par la formule suivante :  $0,1 \times T_d$ .

Soit  **$N_g = 1,2$**  (coups de foudre /  $\text{km}^2$  / an)

### **5.2 Principe général**

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Evaluation du risque » distingue trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre.

Ces types sont les suivants :

- blessures d'êtres vivants ;
- dommages physiques (atteinte de l'intégrité des structures) ;
- défaillance des réseaux électriques et électroniques.

Dans le cadre de l'application de l'arrêté du 19 juillet 2011, l'ARF prend en compte le risque de perte de vie humaine et les défaillances des réseaux électriques et électroniques.

L'ARF identifie :

- les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé,
- les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection,
- la liste des équipements ou des fonctions à protéger,
- le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'ARF n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte).

La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

La norme NF EN 62305-2, appliquée dans le cadre général, identifie 4 types de pertes dues à la foudre :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
R1	Perte de vie humaine	<	0,00001
R2	Perte de service public	<	0,001
R3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
R4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

Dans le cadre réglementaire de l'arrêté, l'analyse consiste à calculer uniquement les risques de type R1.

### 5.3 Risque R1 – Perte de vie humaine

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels :  $R_A$ ,  $R_B$ ,  $R_C$ ,  $R_M$ ,  $R_U$ ,  $R_V$ ,  $R_W$ ,  $R_Z$  appropriés, voir explication ci-dessous.

$$R1 = R_A + R_B + R_C + R_M + R_U + R_V + R_W + R_Z$$

↓

Impact sur la structure

↓

Impact sur le service

↓

Impact à proximité du service

↓

Impact à proximité de la structure

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 (I à IV). Cette méthode permet d'optimiser les éventuelles solutions de protection à mettre en œuvre à l'aide de système de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

## 5.4 Evaluation du risque de dommages

### 5.4.1 Bâtiment Bureaux

<b>Structure</b>	préfabriqué		
<b>Toiture</b>	Bac acier		
<b>Réseau de terre</b>	Terre électrique (CU 16 mm <sup>2</sup> torsadé)		
<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	20 x 5 x 3	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	804 m <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,25	Entouré d'objets plus hauts
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	$r_a$	$10^{-2}$	Béton
<b>Type de sol intérieur</b>	$r_u$	$10^{-2}$	Béton
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	$P_A$	1	Pas de mesures de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	$r_f$	$10^{-3}$	Faible
<b>Dispositions réduisant la conséquence de feu</b>	$r_p$	0,5	Manuel
<b>Présence d'un danger particulier</b>	$h_z$	2	Niveau de panique faible
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	$L_{t\text{int}}$	$10^{-2}$	Personnes à l'extérieur des bâtiments
	$L_{t\text{ext}}$	$10^{-2}$	Personnes à l'extérieur des bâtiments
<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	$L_f$	$5 \times 10^{-2}$	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	$L_0$	0	NA

Tableau n°4 : Choix des paramètres

\* : La valeur du  $L_0$  permet de calculer les composantes liées aux défaillances des réseaux électriques internes RC + RM + RW + RZ : ces composantes ne sont pas retenues car la structure étudiée ici ne contient pas de réseaux dont la défaillance mettrait immédiatement en danger la vie des personnes.

### 5.4.2 Bâtiment basculeur

<b>Structure</b>	Charpente lamellé-collé		
<b>Toiture</b>	Bac acier		
<b>Réseau de terre</b>	Aucune mise à la terre constatée		
<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	49 x 32 x 12	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	11 500 m <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	$r_a$	$10^{-2}$	Béton
<b>Type de sol intérieur</b>	$r_u$	$10^{-2}$	Béton
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	$P_A$	1	Pas de mesures de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	$r_f$	0.1	Elevé
<b>Dispositions réduisant la conséquence de feu</b>	$r_p$	0,5	Manuel
<b>Présence d'un danger particulier</b>	$h_z$	1	Pas de risque particulier
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	$L_{t \text{ int}}$	$10^{-4}$	Personnes à l'intérieur des bâtiments
	$L_{t \text{ ext}}$	$10^{-4}$	Personnes à l'extérieur des bâtiments
<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	$L_f$	$5 \times 10^{-2}$	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	$L_0$	0	NA

Tableau n°5 : Choix des paramètres

\* : La valeur du  $L_0$  permet de calculer les composantes liées aux défaillances des réseaux électriques internes RC + RM + RW + RZ : ces composantes ne sont pas retenues car la structure étudiée ici ne contient pas de réseaux dont la défaillance mettrait immédiatement en danger la vie des personnes.

### 5.4.3 Bâtiment stockage

<b>Structure</b>	Charpente lamellé-collé		
<b>Toiture</b>	Bac acier		
<b>Réseau de terre</b>	Aucune mise à la terre constatée		
<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
<b>Dimensions</b>	$L \times W \times H_b$	110 x 70 x 12	Longueur x Largeur x Hauteur
<b>Aire équivalente</b>	$A_{d/b}$	24700 m <sup>2</sup>	Surface d'exposition aux impacts
<b>Emplacement de la structure</b>	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
<b>Protection existante contre les effets directs</b>	$P_B$	1	Structure non protégée par SPF
<b>Type de sol extérieur</b>	$r_a$	$10^{-2}$	Béton
<b>Type de sol intérieur</b>	$r_u$	$10^{-2}$	Béton
<b>Protection contre les tensions de pas et de contact</b>	$P_A$	1	Pas de mesures de protection
<b>Risque d'incendie de la structure</b>	$r_f$	$10^{-3}$	Faible
<b>Dispositions réduisant la conséquence de feu</b>	$r_p$	0,5	Manuel
<b>Présence d'un danger particulier</b>	$h_z$	1	Pas de risque particulier
<b>Pertes par tension de contact et de pas (relatives à R1)</b>	$L_{t \text{ int}}$	$10^{-4}$	Personnes à l'intérieur des bâtiments
	$L_{t \text{ ext}}$	$10^{-2}$	Personnes à l'extérieur des bâtiments
<b>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</b>	$L_f$	$5 \times 10^{-2}$	Structure Industrielle
<b>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</b>	$L_0$	0	NA

Tableau n°6 : Choix des paramètres

\* : La valeur du  $L_0$  permet de calculer les composantes liées aux défaillances des réseaux électriques internes RC + RM + RW + RZ : ces composantes ne sont pas retenues car la structure étudiée ici ne contient pas de réseaux dont la défaillance mettrait immédiatement en danger la vie des personnes.

**5.5 Résultats du calcul de l'ARF****5.5.1 Analyse de risque pour le bâtiment Bureaux****Sans** protection ou mesure de prévention

	Type de pertes	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Perte de vie humaine	$2.22 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$
L2	Perte de service public	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L3	Perte d'héritage culturel	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L4	Pertes de valeurs économiques	0	<	$1 \times 10^{-3}$

**Conclusion :**

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure, sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Rt, au sens de la norme NF EN 62 305-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

Selon la norme NF EN 62 305-2, la structure est **auto protégée contre la foudre.**

### 5.5.2 Analyse de risque pour le bâtiment basculeur

Sans protection ou mesure de prévention

	Type de pertes	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Perte de vie humaine	$9,91 \times 10^{-5}$	>	$1 \times 10^{-5}$
L2	Perte de service public	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L3	Perte d'héritage culturel	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L4	Pertes de valeurs économiques	0	<	$1 \times 10^{-3}$

Avec protection ou mesure de prévention

	Type de pertes	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Perte de vie humaine	$8,83 \times 10^{-6}$	<	$1 \times 10^{-5}$
L2	Perte de service public	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L3	Perte d'héritage culturel	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L4	Pertes de valeurs économiques	0	<	$1 \times 10^{-3}$

### Conclusion :

La conclusion de l'analyse réalisée pour le bâtiment basculeur aboutit à une obligation de présence d'un système de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

Des installations contre les effets directs de la foudre sur la structure ainsi que des parafoudres sur l'arrivée Basse tension du réseau électrique et sur les organes de communication (report d'alarme, informatique) seront donc à implanter.

Selon la norme NF EN 62 305-2, le présence de protection contre les effets directs et indirects de la foudre rendra la structure protégée.



**5.5.3 Analyse de risque pour le Bâtiment stockage****Sans** protection ou mesure de prévention

	Type de pertes	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Perte de vie humaine	$6,96 \times 10^{-8}$	<	$1 \times 10^{-5}$
L2	Perte de service public	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L3	Perte d'héritage culturel	0	<	$1 \times 10^{-3}$
L4	Pertes de valeurs économiques	0	<	$1 \times 10^{-3}$

**Conclusion :**

Puisque pour chaque type de risque présent dans la structure, sa valeur totale n'excède pas le risque tolérable Rt, au sens de la norme NF EN 62 305-2, l'adoption de mesures de protection n'est pas nécessaire.

Selon la norme NF EN 62 305-2, la structure est **auto protégée contre la foudre.**

## 6. SYNTHÈSE

Cette analyse de risque foudre a permis d'évaluer les risques et de préciser quelles sont les protections à mettre en œuvre.

Le site **BRANGEON LOGISTIQUE** situé sur la commune de **Saint Maclou (27)** et désireux de soumettre ses installations à une évaluation du risque foudre, devra se protéger contre les effets directs et indirects de la foudre pour le bâtiment basculeur.

Des protections contre les surtensions seront à réaliser au niveau de l'arrivée électriques et sur certains réseaux de communication, et ce, sous un niveau de protection IV.

Une protection contre les effets directs sera également à entreprendre afin d'éviter tout impact de la foudre sur la structure du bâtiment, et ce, sous un niveau de protection IV.

Une attention particulière devra être adoptée sur les installations électroniques du pont bascule, victime de dégradations liées à des surtensions d'origines atmosphériques courant été 2011.

L'étude technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects, ainsi qu'apporter les conseils vis-à-vis de la démarche de prévention. (Dépotage de liquides inflammables en période orageuse)

### NOTA :

*« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, structures et des hommes ».*

**ANNEXE 1****Analyses du Risque Foudre****NF EN 62305-2**

L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel :

**RISK Multilingual (Lightning Protection Risk Analysis)** conforme à la norme NF EN 62305-2

## Analyse de risque suivant NF EN 62 305-2

### Feuilles de calculs : Bâtiment Bureaux

### Simulation sans protection contre la foudre

Données et caractéristiques de la structure									
Lb	Wb	Hb	Hpb	Cdb	PB	Ks1	Ng	nt	
20	5	3	3	0,25	1	1	1,2	5	

Données et caractéristiques de la ligne de puissance									
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	200	0	1,5	1	1	1	1	1	
Service	Ct	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0,5	49	32	12	12	

Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus ☐ Oui

Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus ☐ Oui

Données et caractéristiques de la ligne de communication									
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	1000	0	1,5	1	1	1	1	1	
Service	Ct	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0	0	0	0	0	

Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus ☐ Oui

Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus ☐ Oui

Caractéristiques de la zone									
ru	PU	ra	PA	Ks2	rp	rf	np		
0,01	1	0,01	1	1	0,5	0,001	5		

Perte humaine							
Lt	Lt(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT	
0,01	1,00E-02	0,05	5,00E-02	2	0	0,00001	

Perte de service							
Lt	Lt(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT	
0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	0	0,001	

Perte d'héritage culturel							
Lt	Lt(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT	
0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	0	0,001	

Pertes économiques							
Lt	Lt(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT	
0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	0	0,001	

Surfaces équivalentes d'exposition [m²]					
Structure	Ad	Am	Ada		
	8,04E+02	2,09E+05			
Puissance	3,47E+03	1,12E+05	1,15E+04		
Communication	2,22E+04	5,59E+05	0,00E+00		

Nombre annuel prévisible d'événements dangereux			
Structure	ND	NM	NDa
	2,41E-04	2,50E-01	
Puissance	1,04E-03	6,71E-02	6,88E-03
Communication	6,65E-03	3,35E-01	0,00E+00

Valeurs des composantes de risque							
Perte de vie humaine							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
2,41E-08	1,21E-08	0,00E+00	0,00E+00	1,46E-06	7,29E-07	0,00E+00	0,00E+00
1,09%	0,54%	0,00%	0,00%	65,58%	32,79%	0,00%	0,00%
Perte de service							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Perte d'héritage culturel							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pertes économiques							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Risques calculés							
RD	RI	Rs	Rf	Ro	R	RT	
L1	3,62E-08	2,19E-06	1,48E-06	7,41E-07	0,00E+00	2,22E-06	1,00E-05
L2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03
L3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03
L4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03

### Commentaires :

L'ARF aboutit à une non obligation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

A titre d'optimisation, des protections de niveau IV pourront être envisagées afin de garantir une continuité de production.

## Analyse de risque suivant NF EN 62 305-2

### Feuilles de calculs : Bâtiment basculeur

### Simulation sans protection contre la foudre

Données et caractéristiques de la structure									
Lb	Wb	Hb	Hpb	Cdb	PB	Ks1	Ng	nt	
49	32	12	12	0,5	1	1	1,2	5	

Données et caractéristiques de la ligne de puissance									
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	1000	0	2,5	1	0,8	1	0,4	1	
Service	Ci	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0	0	0	0	0	
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus <input type="checkbox"/> Oui									
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus <input type="checkbox"/> Oui									

Données et caractéristiques de la ligne de communication									
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	1000	0	1,5	1	1	1	1	1	
Service	Ci	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0	0	0	0	0	
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus <input type="checkbox"/> Oui									
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus <input type="checkbox"/> Oui									

Caractéristiques de la zone									
ru	PU	ra	PA	Ks2	rp	if	np		
0,01	1	0,01	1	1	0,5	0,1	5		
Lt	Lt(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT			
0,0001	1,00E-04	0,05	5,00E-02	2	0	0,00001			
Perte humaine									
Perte de service									
Perte d'héritage culturel									
Pertes économiques									

Surfaces équivalentes d'exposition [m²]			
Structure	Ad	Am	2,38E+05
	Al	Al	Ada
Puissance	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00
Communication	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00

Nombre annuel prévisible d'événements dangereux			
Structure	ND	NM	NDa
	NL	NI	NDa
Puissance	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00
Communication	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00

Valeurs des composantes de risque							
Perte de vie humaine							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
6,88E-09	3,44E-05	0,00E+00	0,00E+00	1,29E-08	6,47E-05	0,00E+00	0,00E+00
0,01%	34,73%	0,00%	0,00%	0,01%	65,25%	0,00%	0,00%
Perte de service							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Perte d'héritage culturel							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pertes économiques							
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Risques calculés							
RD	RI	Rs	RI	Ro	R	RT	
L1	3,44E-05	6,47E-05	1,98E-08	9,91E-05	0,00E+00	9,91E-05	1,00E-05
L2	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03	1,00E-03
L3	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03	1,00E-03
L4	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03	1,00E-03



## Simulation avec protection contre la foudre

Données et caractéristiques de la structure									
Lb	Wb	Hb	Hpb	Cdb	PB	Ks1	Ng	ni	
49	32	12	12	0.5	0.2	1	1.2	5	

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Total

Données et caractéristiques de la ligne de puissance

rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	1000	0	2.5	1	0.6	1	0.4	0.03	
Service	Cl	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.25	0.5	0	0	0	0	0	
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus									<input checked="" type="checkbox"/> Oui
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus									<input checked="" type="checkbox"/> Oui

Données et caractéristiques de la ligne de communication

rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD	
500	1000	0	1.5	1	1	1	1	0.03	
Service	Cl	Cd	Ce	Cda	La	Wa	Ha	Hpa	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0.25	0.5	0	0	0	0	0	
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus									<input checked="" type="checkbox"/> Oui
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus									<input checked="" type="checkbox"/> Oui

Caractéristiques de la zone									
nu	PU	ia	PA	Ks2	ip	il	np		
0.01	1	0.01	1	1	0.5	0.1	5		

Perte humaine							
Li	Li(np/nt)	Lf	Lf(np/nt)	hz	Lo	RT	
0.0001	1.00E-04	0.05	5.00E-02	2	0	0.00001	

Perte de service							
		0	0.00E+00	1	0	0.001	

Perte d'héritage culturel							
		0	0.00E+00	1		0.001	

Pertes économiques							
0	0.00E+00	0	0.00E+00	1	0	0.001	

Surfaces équivalentes d'exposition [m²]				
Structure	Ad	1,15E+04	Am	2,38E+05
	Al		Ada	
Puissance	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00	
Communication	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00	

Nombre annuel prévisible d'événements dangereux

Structure	ND	6,88E-03	NM	2,79E-01
	NL		NI	NDa
Puissance	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00	
Communication	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00	

Valeurs des composantes de risque

Perte de vie humaine

RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
6,88E-09	6,88E-06	0,00E+00	0,00E+00	3,88E-10	1,94E-06	0,00E+00	0,00E+00
0.08%	77.95%	0.00%	0.00%	0.00%	21.97%	0.00%	0.00%

Perte de service

RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0.00%	0.00%	0.00%			0.00%	0.00%	0.00%

Perte d'héritage culturel

RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
	0,00E+00				0,00E+00		
	0.00%				0.00%		

Pertes économiques

RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Risques calculés							
RD	RI	Rs	Rf	Ro	R	RT	
L1	6,89E-06	1,94E-06	7,27E-09	8,82E-06	0,00E+00	8,83E-06	1,00E-05
L2	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03	
L3	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00		1,00E-03	
L4	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00		1,00E-03	

### Commentaires :

L'ARF aboutit à une obligation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

Des parafoudres devront donc être installés sur :

- L'arrivée électrique (TGBT),
- Les lignes de communication (alarme incendie, informatique..)

Une protection devra être étudiée dans le but de protéger la structure contre les effets directs de la foudre

Ces protections devront être de niveau IV.

Toutes ces dispositions seront à traiter dans la partie étude technique, deuxième volet de la démarche de mise en protection contre les effets de la foudre issue de l'arrêté du 19 juillet 20011.

## Analyse de risque suivant NF EN 62 305-2

### Feuilles de calculs : Bâtiment stockage

### Simulation sans protection contre la foudre

Données et caractéristiques de la structure								
Lb	Wb	Hb	Hpb	Cdb	PE	Ks1	Ng	nt
110	70	12	12	0,5	1	1	1,2	10

<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 10	Total
Données et caractéristiques de la ligne de puissance										
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD		
500	1000	0	2,5	1	0,6	1	0,4	1		
Service	Cl	Cd	Ce	Cds	La	Wa	Ha	Hpa		
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0	0	0	0	0		
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus										<input type="checkbox"/> Oui
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus										<input type="checkbox"/> Oui

Données et caractéristiques de la ligne de communication										
rho	Lc	Hc	Uw	Ks3	Ks4	PLD	PLI	PSPD		
500	1000	0	1,5	1	1	1	1	1		
Service	Cl	Cd	Ce	Cds	La	Wa	Ha	Hpa		
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,25	0,5	0	0	0	0	0		
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-3 sont prévus										<input type="checkbox"/> Oui
Des parafoudres coordonnés conformément à la CEI 62305-4 sont prévus										<input type="checkbox"/> Oui

Caractéristiques de la zone									
ru	PU	rs	PA	Ks2	ip	it	np		
0,01	1	0,01	1	1	0,5	0,01	5		
Perte humaine									
Li	Li (np/nt)	Li	Li (np/nt)	hs	Lo	RT			
0,0001	5,00E-05	0,05	2,50E-02	2	0	0,00001			
Perte de service									
		0	0,00E+00	1	0	0,001			
Perte d'héritage culturel									
		0	0,00E+00	1		0,001			
Pertes économiques									
0	0,00E+00	0	0,00E+00	1	0	0,001			

Surfaces équivalentes d'exposition [m²]				
Structure	Ad	Am		
	2,47E+04	2,94E+05		
Puissance	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00	
Communication	2,16E+04	5,59E+05	0,00E+00	

Nombre annuel prévisible d'événements dangereux								
Structure	ND	NL	NM					
	1,48E-02	NI	3,36E-01					
Puissance	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00					
Communication	6,47E-03	3,35E-01	0,00E+00					

Valeurs des composantes de risque								
Perte de vie humaine								
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	
7,42E-09	3,71E-06	0,00E+00	0,00E+00	6,47E-09	3,23E-06	0,00E+00	0,00E+00	
0,11%	53,32%	0,00%	0,00%	0,09%	46,48%	0,00%	0,00%	
Perte de service								
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	
	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
	0,00%	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	
Perte d'héritage culturel								
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	
	0,00E+00				0,00E+00			
	0,00%				0,00%			
Pertes économiques								
RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	
0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	

Risques calculés								
RD	RI	Rs	Ri	Ro	R	RT		
L1	3,72E-06	3,24E-06	1,39E-08	6,94E-06	0,00E+00	6,96E-06	1,00E-05	R<RT
L2	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E-03	R<RT
L3	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00	1,00E-03	R<RT
L4	0,00E+00	0,00E+00		0,00E+00		0,00E+00	1,00E-03	R<RT

### Commentaires :

L'ARF aboutit à une non obligation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

A titre d'optimisation, des protections de niveau IV pourront être envisagées afin de garantir une continuité de production.

**ANNEXE 2****Plan de masse**





**Plan de masse : BRANGEON LOGISTIQUE à Saint Maclou (27)**

**ANNEXE 3****Généralités foudre**

## GENERALITES & INTERACTIONS ENTRE LA FOUDRE ET LES INSTALLATIONS

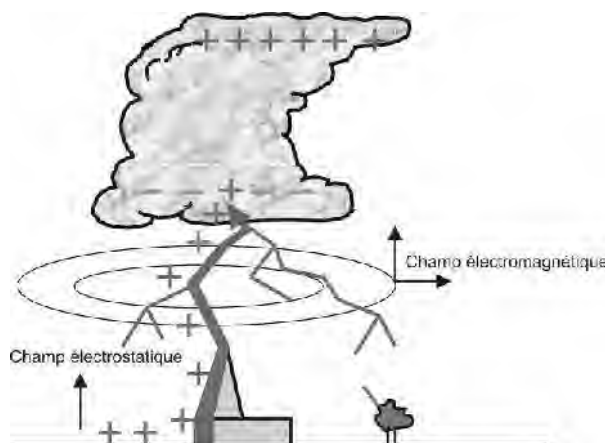
### Généralités : Le phénomène orageux

Il convient de connaître la nature du phénomène qui conduit à la foudre. Les différents paramètres mesurables rencontrés au cours de l'évolution de l'activité orageuse peuvent être utilisés dans le cadre de nécessité de détection précoce des phénomènes orageux. (Chargement/déchargement de produits dangereux : gaz, liquide, poussières organiques, pyrotechniques ou opérations délicates et/ou sensibles en laboratoires....)

Les alertes fournies par les différents systèmes sont plus ou moins compatibles avec la mise en place des procédures de sécurisation du site. Ce besoin peut être quantifié par le degré de fiabilité et le niveau de préavis requis.

### La foudre

Les phénomènes orageux électriques sont issus d'un seul type de nuage, le cumulonimbus.



L'apparition de la foudre correspond à la phase terminale de son développement vertical où un processus de glaciation provoque un mécanisme d'électrisation.

- Sous l'emprise de puissants courants verticaux des particules électriques sont créées et se séparent en différentes parties du nuage.
- Cette séparation des charges électrostatiques, qui d'une façon simplifiée fait que les positives sont dans la partie haute, et les négatives dans la partie basse, va être le moteur de la foudre.

Fig. 2 : Phénoménologie

Des charges issues des nuages vont développer un traceur descendant.

Lorsqu'elles rencontrent celles émanant du sol ou leur traceur ascendant, le canal de foudre est alors créé.

Les charges au sol, en un arc en retour, vont remonter vers le nuage par ce canal, et provoquer un fort courant instantané rayonnant un champ électromagnétique élevant la température à 30 000 degrés d'où l'éclair et dilatant fortement l'air d'où le tonnerre.

### Les phases du phénomène

Une cellule orageuse peut se développer, en une vingtaine de minutes, en trois phases principales dans lesquelles apparaissent les différents paramètres mesurables ou détectables, puis elle s'effondre et disparaît.

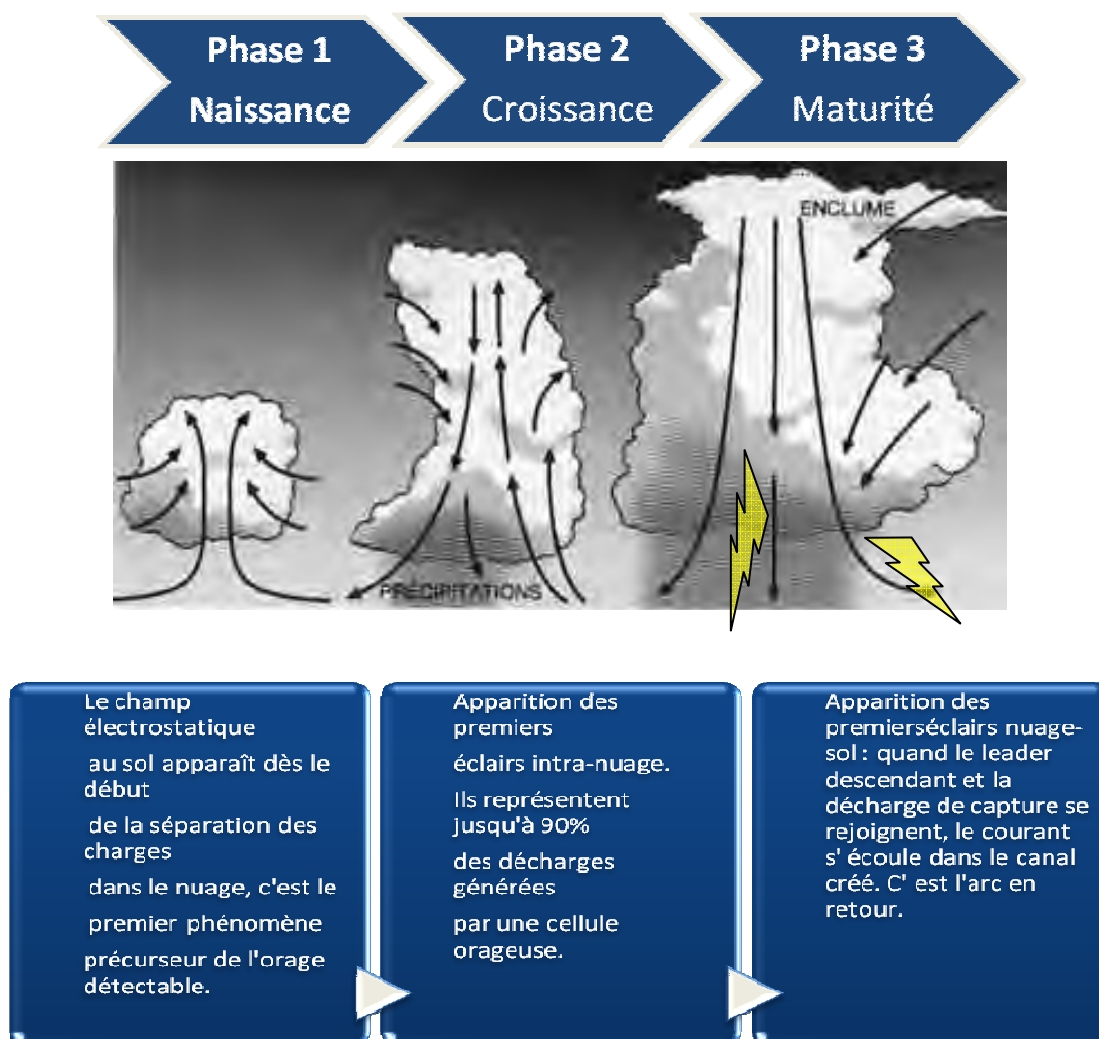


Fig. 3 : Tableau des phases du phénomène (Or. UTE Paris)

### Installations dangereuses

Les interactions dangereuses entre la foudre et les procédés résident par la destruction d'équipements électriques sensibles et ses conséquences sur l'Environnement (incendie non détecté par une centrale en panne, détecteur de gaz indisponible, dysfonctionnement d'automates ou destruction de composants dans des zones explosives....)

En provoquant également des amorçages électriques suffisamment énergétiques dans les installations électriques et de faibles niveaux, la foudre peut apporter des perturbations pouvant mettre en péril plusieurs unités et installations comme des stockages de matières premières inflammables.

L'étude se limitera aux installations sur lesquelles la foudre peut constituer un risque pour la sûreté des équipements, la sécurité du personnel et, surtout, dans le cadre de cette étude, porter atteinte à l'Environnement.

Pas clair entre les effets sur les installations et les conséquences

=> Effets sont les agressions physiques avec présence d'une source d'énergie pouvant conduire à une inflammation des produits

Ou => agression électrique avec surtension dans le réseau impacté.

#### Installations sensibles et équipements

Les équipements importants pour la sécurité, tels que les équipements gérant l'informatique, les centrales de détections (intrusion, alarme incendie...) et les installations téléphoniques (autocommutateur...), devront sur le site faire l'objet de mise à niveau concernant la protection contre les effets indirects de la foudre.

Si une ligne téléphonique est éventuellement indépendante d'un autocom, elle devrait alors être impérativement protégée. Suite à une activité orageuse violente, non seulement l'autocom pourrait être indisponible mais l'émetteur des radios mobiles endommagé. Cette ligne téléphonique deviendrait le seul moyen de communication avec les services de secours en cas de situation critique (blessé, incendie, dysfonctionnement grave.....).

D'autre part, des surtensions importantes sur les lignes téléphoniques peuvent provoquer des lésions au niveau auditif par temps d'orage lorsque le personnel n'a pas les moyens d'être alerté soit par un système autonome soit par le réseau national. Le seul moyen de réduire ce risque est de protéger toutes les lignes de télécommunication entrantes.

#### Accidentologie foudre, retour d'expérience REX.

L'étude accidentologique comprend l'inventaire, non exhaustif, des incidents ainsi que l'analyse et le retour d'expérience.

La foudre et ses effets indirects sont à l'origine de nombreux dysfonctionnements dans le contexte industriel, en particulier sur les équipements sensibles et les Équipements Importants Pour la Sécurité.

Certains sinistres, dont les causes sont directes et/ou indirectes, peuvent avoir des conséquences plus graves dans certaines activités où sont stockées et/ou transférées des produits dangereux (explosion, pollution et toxicité).

**Retour d'expérience** : activités sciage et rabotage du bois, incidents recensés le 25/06/1999 à la Rochelle (source BARPI)

« Dans une scierie, un feu, initié par la foudre, se déclare dans un silo à sciures et se propage au bâtiment de sciage / rabotage par les conduits d'évacuation. Le bâtiment à structure métallique, avec lamellé-collé et bardage en bois, est détruit. Le reste de l'établissement et notamment l'installation de traitement du bois n'est pas atteint. Six employés sont en chômage technique. L'établissement ne disposait d'aucune protection contre la foudre contrairement aux dispositions prévues dans son arrêté d'autorisation. »

### Historique sinistres foudre et statistiques internationales

Différents incidents auraient été enregistrés sur le site mais n'ont pu être identifiées précisément en tant que conséquences dues à la foudre et sans causalité effective avec les perturbations d'origine atmosphériques.

#### Statistiques internationales.

Plusieurs pays ont entamé des études statistiques sur le coût des sinistres, en particulier les Etats-Unis, la Belgique, l'Espagne et l'Allemagne.

En Allemagne, la compagnie d'assurance du Wurttemberg (Francfort) a obtenu à ce sujet des chiffres éloquentes de 2002 à 2007 :

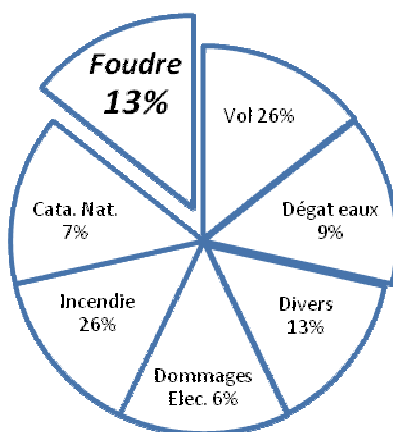


Fig. 4 : Statistiques des causes des sinistres (Or. APSAD)



Le club belge de la sécurité informatique, le CLUSIB, créé en 1989 par la Fédération des Entreprises de Belgique et certains de leurs membres (banques, industries, assureurs) a publié un document relatif aux principales causes de sinistres informatiques en 2006.

Les principales causes de ces sinistres, autres que ceux résultant de virus, erreur de saisie, transmission, vol, fraude, sabotage, figurent dans le tableau ci-après :

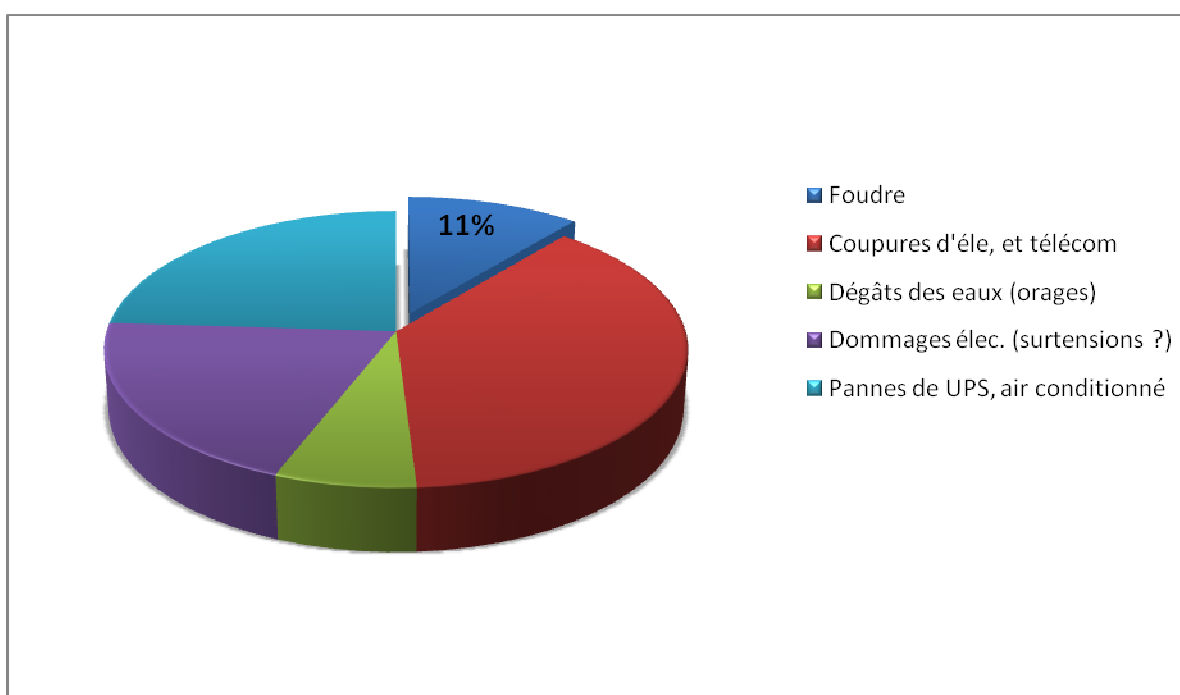


Fig. 5 : Principales causes de sinistres informatiques

Il est important de remarquer que les effets non destructifs de la foudre, tels que le vieillissement prématuré de certains composants ou une dérive de leurs caractéristiques, sont rarement pris en compte.

### Statistiques industrielles

Le Bureau d'Analyses des Risques et Pollution Industrielles (Ministère de l'Environnement Français), grâce à sa base de données ARIA, a étudié 46 accidents imputables à la foudre et survenus avant septembre 1999 (liste non exhaustive) :

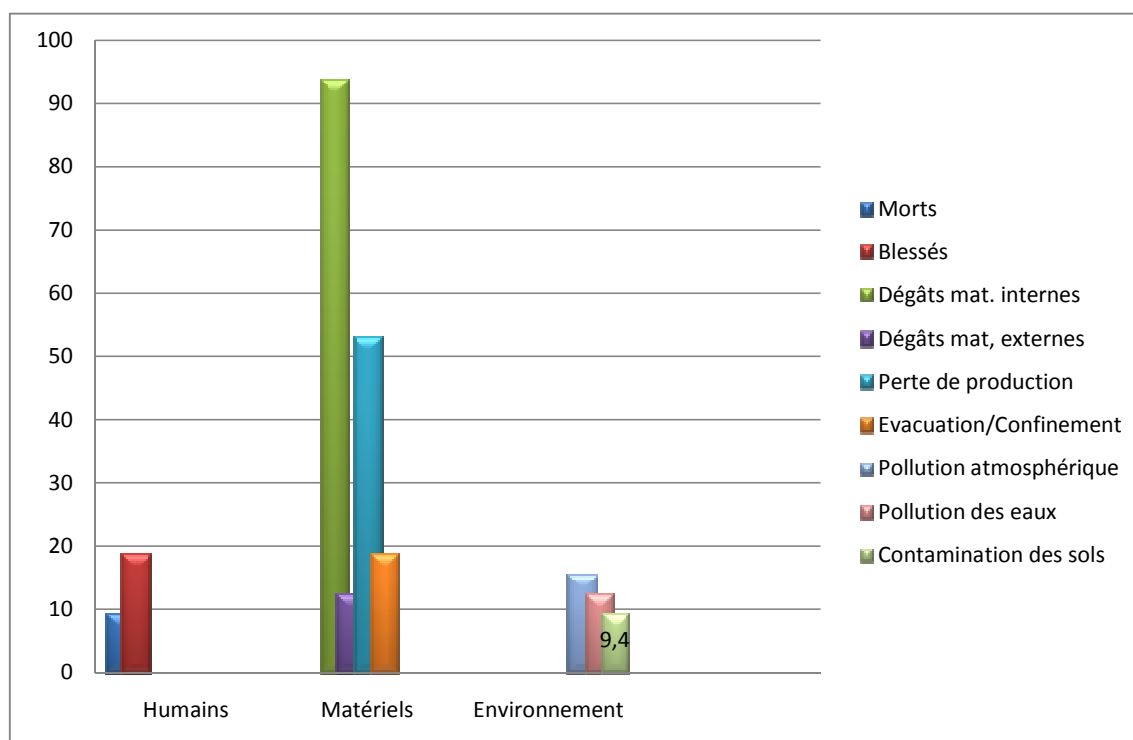


Fig. 6 : Répartition par conséquences

### Remarques :

Un accident peut cumuler plusieurs conséquences (ex : décès et dégâts matériels).

On constate que 50 % des accidents portent atteintes à l'Environnement (explosion, incendie, pollution des sols, de l'air, de l'eau). Même constat pour les pertes d'exploitation (matériels...). Enfin, 28 % des accidents ont des conséquences sur la sécurité des personnes.



Analyse des causes des sinistres

Les causes sont évidemment multiples, les principales sont surtout liées à l'accroissement de la sensibilité des équipements et de la complexité des réseaux, à la faible volonté de se protéger, et par le nombre important d'acteurs plus ou moins compétents.

D'une part, la vérification des installations de paratonnerres et parafoudres est rarement incluse dans le contrôle réglementaire des installations électriques (décret de nov. 1988 en France) bien qu'elles soient considérées comme des éléments concourant à la sécurité.

Ces vérifications sont, par ailleurs, souvent incomplètes et effectuées par des techniciens raisonnant en basse fréquence et non sensibilisés au risque foudre (H.F.).

Les rapports annuels de vérification électrique n'intègrent que rarement l'aspect protection contre la foudre ainsi que les campagnes de mesures de continuité électrique, indispensable en présence de bâtiments comportant des mises à la terres séparées et de bouteilles et cuves de stockage de produits inflammables.

D'autre part, les contrôles périodiques se limitent au constat visuel et aux seules mesures de résistance de terre, ne permettant pas de constater l'unicité du réseau de terre et de masses, base d'une bonne protection et compatibilité électromagnétique.

Sur une installation de paratonnerres à dispositif d'amorçage, l'absence de vérification de l'efficacité des têtes par système de tests pratiques, fiables, et rapides est souvent dommageable.

**ANNEXE 4****Lexique**

**Armatures d'acier interconnectées**

Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.

**Barre d'équipotentialité**

Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.

**Borne ou barrette de coupure**

Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.

**Conducteur (masse) de référence**

Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".

**Conducteur d'équipotentialité**

Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.

**Conducteur de descente**

Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.

**Conducteur de protection (PE)**

Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.

**Coup de foudre**

Impact simple ou multiple de la foudre au sol.

**Coup de foudre direct**

Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.

**Coup de foudre indirect**

Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.

**Couplage**

Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.

**Dispositif de capture**

Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.

**Distance de séparation**

Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.

**Effet de couronne ou Corona**

Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

**Effet réducteur**

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

**Electrode de terre**

Elément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

**Equipements métalliques**

Eléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

**Etincelle dangereuse (étincelage)**

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

**Foudre**

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

**Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)**

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

**Liaison équipotentielle**

Eléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

**Mode commun (MC)**

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

**Mode différentiel (MD)**

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans la masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

**Niveau de protection**

Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.

**Parafoudre ou parasurtenseur**

Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.

**Paratonnerre**

Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.

**P.D.A**

Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.

**Point d'impact**

Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.

**Prise de terre**

Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.

**Régime de neutre**

Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres:

- La première indique la position du neutre par rapport à la terre:

**I**: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance

**T**: neutre directement à la terre

- La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre:

**T**: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre)

**N**: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (**N-S**), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (**N-C**).

**Réseau de masse**

Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.

**Réseau de terre**

Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

**Résistance de terre**

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms ( $\Omega$ ), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

**Surface équivalente**

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

**Sur tension**

Variation importante de faible durée de la tension.

**Tension de mode commun**

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

**Tension différentielle**

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

**Tension résiduelle d'un parafoudre**

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

**TGBT**

Tableau Général Basse Tension

**Traceur**

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.